



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO Y NANOSÍLICE EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y COSTO DE PRODUCCION DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

Línea de Investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autora

Teves Medina, Lucero

Asesor

Tello Malpartida, Omar Demetrio

(ORCID: 0000-0002-5043-6510)

Jurado

Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

Quintanilla Huayta, Dario

Yucra Ayala Maddeley Elizabeth

Lima – Perú

2023

Dedicatoria

En memoria de mi adorado Constantino, por confiar en mí siempre, desde el Cielo en donde me sigues cuidando. A mis padres Nery y Juan por todo su amor y apoyo, están siempre en mi corazón.

Agradecimientos

A mi abuelo Constantino Teves Huamanhurco, por tus sabios consejos y confianza durante todos los años que estuviste a mi lado en vida. A mis padres Nery Medina Mendez y Juan José Teves Huamanhurco, por todo lo que han hecho por mí, los amaré siempre.

A mi casa de estudios, la Facultad de Ingeniería Civil de la UNFV, por permitirme aprender esta hermosa profesión.

A mi asesor de Tesis, el Ing. Omart Tello Malpartida, por la paciencia y recomendaciones en cada una de las revisiones de la tesis.

A las empresas ULMEN por la donación de GAIA Nanosílíce líquida y a la empresa BUREAU VERITAS por el apoyo en la trituración del vidrio molido.

A mis queridos maestros, por sus grandes lecciones impartidas con mucho profesionalismo.

INDICE

LISTA DE TABLAS	9
LISTA DE FIGURAS	12
RESUMEN (palabras clave)	12
ABSTRACT (key words)	15
I. INTRODUCCION	16
1.1 Descripción y formulación del problema.....	17
1.1.1 Descripción del problema.....	17
1.1.2 Formulación del problema	18
1.2 Antecedentes de la investigación.....	19
1.2.1 Antecedentes de concreto con vidrio molido	19
1.2.2 Antecedentes de concreto con el uso de nanosílice	21
1.3 Objetivos	24
1.4 Justificación	25
1.5 Hipótesis.....	25
II. MARCO TEORICO.....	27
2.1 Bases teóricas.....	27
2.1.1 Concreto de alta resistencia.....	27
2.1.1.1 Definición de concreto de alta resistencia	27
2.1.1.2 Usos del concreto de alta resistencia	27

2.1.1.3	Cemento Portland	28
2.1.1.4	Agua	29
2.1.1.5	Agregados	30
2.1.1.6	Diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia	32
2.1.1.7	Ventajas de un concreto de alta resistencia	33
2.1.1.8	Desventajas de un concreto de alta resistencia	34
2.1.2	Vidrio.....	35
2.1.2.1	Definición de Vidrio.....	35
2.1.2.2	Tipos de Vidrio	36
2.1.2.3	Reciclado del Vidrio.....	37
2.1.2.4	Beneficios del reciclaje de Vidrio.....	37
2.1.2.5	Estudio de mercado de vidrio reciclado en el Perú	38
2.1.3	La Nanosílice	51
2.1.3.1	Definición de Nanosílice	51
2.1.3.2	Aplicaciones de la Nanosílice	51
2.1.3.3	Propiedades físicas y químicas	52
2.1.3.4	Ventajas de la nanosílice	53
2.1.3.5	Desventajas de la nanosílice.....	53
2.1.3.6	Uso de la nanosílice en el mercado peruano	53
2.1.3.7	Comparativo de costo de aditivos para concretos de alta resistencia.....	54
III.	METODO	56

3.1	Tipo de investigación	56
3.2	Ámbito temporal y espacial	56
3.3	Variables	56
3.3.1	Variables de estudio	56
3.3.2	Operacionalización de variables	56
3.4	Población y muestra	57
3.5	Instrumentos.....	58
3.5.1	Instrumentos metodológicos o de recolección de datos	58
3.5.2	Validación de los instrumentos	58
3.6	Procedimientos	58
3.6.1	Ensayos para el control de los materiales para concreto	60
3.6.1.1	Ensayos del agregado fino	61
3.6.1.2	Ensayos del agregado grueso	64
3.6.1.3	Resumen de los resultados de los ensayos realizados a los agregados	67
3.6.2	Preparación del vidrio molido	68
3.6.3	Obtención de GAIA Nanosílice.....	69
3.6.4	Peso unitario compactado máximo de la combinación de agregados	70
3.6.5	Diseños de mezcla	73
3.6.5.1	Diseño de mezcla base	73
3.6.5.2	Diseños de mezcla con adición de vidrio molido y nanosílice.....	75
3.6.6	Ensayos para el control de concreto en estado fresco	77

3.6.7	Ensayos para el control de concreto en estado endurecido	78
3.7	Análisis de datos.....	78
IV.	RESULTADOS.....	80
4.1	Ensayos de concreto en estado fresco	80
4.1.1	Temperatura.....	80
4.1.2	Asentamiento.....	82
4.1.3	Peso Unitario.....	84
4.1.4	Contenido de Aire.....	86
4.2	Ensayos de concreto en estado endurecido.....	88
4.2.1	Resistencia a la compresión a la edad de 3 días	88
4.2.2	Resistencia a la compresión a la edad de 7 días	90
4.2.3	Resistencia a la compresión a la edad de 14 días.....	91
4.2.4	Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.....	93
4.2.5	Resumen de resistencias a la compresión en todas las edades.....	95
4.3	Costo unitario de producción.....	96
V	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	102
VI	CONCLUSIONES	111
VII	RECOMENDACIONES.....	113
VIII	REFERENCIAS	115
IX	ANEXOS	118

9.1	ANEXO A: DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA.....	118
9.2	ANEXO B: COTIZACIONES DE ADITIVOS PARA CONCRETO	121
9.3	ANEXO C: INSTRUMENTOS - FICHAS TÉCNICAS	124
9.4	ANEXO D: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACION ..	135
9.4	ANEXO E: INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO JBO	137
9.4	ANEXO F: PANEL FOTOGRÁFICO	172

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resistencias promedio a la compresión de concreto (Walhoff, 2017).....	19
Tabla 2 Consolidado Generación de Vidrio 2015- 2019.....	42
Tabla 3 EORS asociadas a actividades de manejo de residuos sólidos no peligrosos	46
Tabla 4 EORS contactadas.....	46
Tabla 5 Preguntas realizadas a EORS contactadas.....	47
Tabla 6 Respuestas a preguntas realizadas a EORS contactadas.....	47
Tabla 7 Lista de EORS contactadas que realizan compra y/o venta de botellas de vidrio	48
Tabla 8 Valores promedio de precio y toneladas de vidrio en el Perú	49
Tabla 9 Comparativo de propiedades y costos de aditivos para concreto de alta resistencia .	54
Tabla 10 Operacionalización de variables	56
Tabla 11 Cálculo de probetas de concreto	57
Tabla 12 Ensayos de laboratorio para agregado grueso y fino	60
Tabla 13 Granulometría del agregado fino	61
Tabla 14 Peso específico y absorción del agregado fino.....	62
Tabla 15 Peso unitario suelto del agregado fino.....	63
Tabla 16 Peso unitario compactado del agregado fino.....	63
Tabla 17 Contenido de humedad del agregado fino	64
Tabla 18 Granulometría del agregado grueso	64
Tabla 19 Peso específico y absorción del agregado grueso	65
Tabla 20 Peso unitario suelto del agregado grueso	66
Tabla 21 Peso unitario compactado del agregado grueso	66
Tabla 22 Contenido de humedad del agregado grueso.....	67
Tabla 23 Desgaste por abrasión del agregado grueso.....	67

Tabla 24 Resumen de los ensayos del agregado fino y grueso.....	67
Tabla 25 Combinación de agregados N°01.....	70
Tabla 26 Combinación de agregados N°02.....	71
Tabla 27 Combinación de agregados N°03.....	71
Tabla 28 Combinación de agregados N°04.....	71
Tabla 29 Combinación de agregados N°05.....	72
Tabla 30 Combinación de agregados N°06.....	72
Tabla 31 Combinación de agregados con el maximo peso unitario compactado	73
Tabla 32 Características de los agregados.....	74
Tabla 33 Diseño de mezcla base en seco– DISEÑO PATRÓN	74
Tabla 34 Diseño de mezcla base corregido por humedad– DISEÑO PATRÓN.....	75
Tabla 35 Identificación de % diseños de mezcla con adición de vidrio y nanosílice.....	75
Tabla 36 Diseño de mezcla con 3% de vidrio y 0.8% de nanosílice– DISEÑO 1	76
Tabla 37 Diseño de mezcla con 3% de vidrio y 1% de nanosílice– DISEÑO 2.....	76
Tabla 38 Diseño de mezcla con 5% de vidrio y 0.8% de nanosílice– DISEÑO 3	76
Tabla 39 Diseño de mezcla con 5% de vidrio y 1% de nanosílice– DISEÑO 4.....	77
Tabla 40 Ensayos de laboratorio – control de concreto en estado fresco.....	77
Tabla 41 Ensayos de laboratorio – control de concreto en estado endurecido	78
Tabla 42 Temperatura promedio en estado fresco por diseño realizado	80
Tabla 43 Asentamiento promedio por diseño realizado	82
Tabla 44 Peso unitario promedio por diseño realizado	84
Tabla 45 Contenido de aire promedio por diseño realizado	86
Tabla 46 Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 3 días	88
Tabla 47 Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 7 días	90
Tabla 48 Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 14 días	91

Tabla 49 Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 28 días	93
Tabla 50 Resumen de resistencias a la compresión (Kg/cm ²) por diseño realizado en todas las edades.....	95
Tabla 51 Análisis de costos unitarios para producción del concreto patrón	96
Tabla 52 Análisis de costos unitarios para producción del concreto D-1 (3% de vidrio y 0.8% de nanosílice)	97
Tabla 53 Análisis de costos unitarios para producción del concreto D-2 (3% de vidrio y 1% de nanosílice)	98
Tabla 54 Análisis de costos unitarios para producción del concreto D-3 (5% de vidrio y 0.8% de nanosílice)	98
Tabla 55 Análisis de costos unitarios para producción del concreto D-4 (5% de vidrio y 1% de nanosílice)	99
Tabla 56 Resumen de costos de producción de concreto por m ³ de diseño realizado	100
Tabla 57 Diferencia de costos de producción de los concretos con adición de vidrio molido y nanosílice con respecto del concreto patrón	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Cantidades de cemento producido y emisiones de CO2 relacionadas con fabricación	17
Figura 2 Resistencias a la compresión de concreto con nanosílice. (Loayza, 2017)	21
Figura 3 Agregado fino para elaboración de concreto	31
Figura 4 Agregado grueso para elaboración de concreto.....	32
Figura 5 Consolidado generacion de residuos sólidos 2015-2019	38
Figura 6 Promedio de la caracterización de residuos (%) año 2015	39
Figura 7 Promedio de la caracterización de residuos (%) año 2016	40
Figura 8 Promedio de la caracterización de residuos (%) año 2017	40
Figura 9 Promedio de la caracterización de residuos (%) año 2018	41
Figura 10 Promedio de la caracterización de residuos (%) año 2019	41
Figura 11 Generación de vidrio en toneladas a nivel nacional - año 2015	43
Figura 12 Generación de vidrio en toneladas a nivel nacional - año 2016.....	43
Figura 13 Generación de vidrio en toneladas a nivel nacional - año 2017	44
Figura 14 Generación de vidrio en toneladas a nivel nacional - año 2018.....	44
Figura 15 Generación de vidrio en toneladas a nivel nacional - año 2019.....	45
Figura 16 Propiedades físicas y químicas de nanosílice	52
Figura 17 Diagrama de flujo de trabajo de Tesis.....	59
Figura 18 Curva granulométrica del agregado fino.....	61
Figura 19 Curva granulométrica del agregado grueso	65
Figura 20 Recolección de botellas.....	68
Figura 21 Lavado de botellas.....	68
Figura 22 Trituración de botellas.....	68
Figura 23 Vidrio triturado	68

Figura 24 Tesista en BUREAU VERITAS	69
Figura 25 Vidrio molido pasante de la malla N°16	69
Figura 26 Tesista en ULMEN	70
Figura 27 GAIA Nanoslice	70
Figura 28 Grafica de peso unitarios de combinación de agregados	73
Figura 29 Temperatura promedio en estado fresco por diseño realizado	81
Figura 30 Asentamiento promedio por diseño realizado	83
Figura 31 Peso unitario promedio por diseño realizado.....	85
Figura 32 Contenido de aire promedio por diseño realizado.....	87
Figura 33 Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 3 días	89
Figura 34 Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 7 días	90
Figura 35 Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 14 días	92
Figura 36 Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 28 días	94
Figura 37 Resistencias a la compresión (Kg/cm ²) por diseño realizado en todas las edades	95
Figura 38 Vidrio molido con modulo de fineza 3.226 en reemplazo de arena con modulo de fineza 2.226.....	103
Figura 39 Vidrio molido con modulo de fineza 3.8 en reemplazo de arena con modulo de fineza 2.40.....	103
Figura 40 Vidrio molido con modulo de fineza visualmente menor a los anteriores (3.226 y 3.8) que se utilizó en reemplaza de arena con modulo de fineza de 3.44	104

RESUMEN

Objetivo: Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia. **Método:** La investigación es de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño cuasi-experimental. La población y muestra fueron las mismas, se elaboraron 60 probetas de 4"x8", de las cuales 12 pertenecen al grupo de control y 48 pertenecen al grupo experimental con diferentes porcentajes de vidrio molido y nanosílice, bajo la nomenclatura D-1, D-2, D-3 y D-4. Se utilizó la metodología ACI (comité 211) para el diseño de mezcla con resistencia de diseño de 420kg/cm², slump 3"-4", TMN del agregado grueso 3/4" y cemento sol tipo I. **Resultados:** Para el diseño D-4 (5% de vidrio y 1% de nanosílice) la temperatura incrementó un 5.7%; el asentamiento incrementó un 64.7%; el peso unitario disminuyó un 2.7%. Para el diseño D-3 (5% de vidrio y 0.8% de nanosílice) el contenido de aire disminuyó un 25%. Para el diseño D-2 (3% de vidrio y 1% de nanosílice) la resistencia a la compresión aumentó un 16.2% y el costo unitario de producción aumentó un 13.4%. **Conclusiones:** La adición de vidrio molido y nanosílice mejora las características físicas de temperatura, asentamiento, peso unitario, contenido de aire, resistencia a la compresión y aumenta el costo de producción de un concreto de alta resistencia; sin embargo, el uso de estos materiales tendría un impacto positivo en el medio ambiente, fomentando el uso de materiales reciclados menos contaminantes.

Palabras clave: concreto de alta resistencia, vidrio molido, nanosílice.

ABSTRACT

Objective: Determine the influence of ground glass and nanosilica on the physical characteristics and cost of production of high-strength concrete. **Method:** The research is of an applied type, explanatory level and quasi-experimental design. The population and sample were the same, 60 4"x8" test tubes were made, of which 12 belong to the control group and 48 belong to the experimental group with different percentages of ground glass and nanosilica, under the nomenclature D-1, D -2, D-3 and D-4. The ACI methodology (committee 211) was used for the design of the mix with a design resistance of 420kg/cm², slump 3"-4", TMN of the coarse aggregate 3/4" and cement sol type I. **Results:** For design D -4 (5% glass and 1% nanosilica) temperature increased by 5.7%; the settlement increased by 64.7%; unit weight decreased by 2.7%. For the D-3 design (5% glass and 0.8% nanosilica) the air content decreased by 25%. For the D-2 design (3% glass and 1% nanosilica) the compressive strength increased by 16.2% and the unit cost of production increased by 13.4%. **Conclusions:** The addition of ground glass and nanosilica improves the physical characteristics of temperature, settlement, unit weight, air content, compressive strength, and increases the production cost of high-strength concrete; however, the use of these materials would have a positive impact on the environment, encouraging the use of less polluting recycled materials.

Keywords: high strength concrete, ground glass, nanosilica.

I. INTRODUCCION

Actualmente el planeta entero viene afrontando problemas severos de contaminación ambiental; nuestro país no es ajeno a estos alto índices de contaminación, dos de estos problemas son las grandes cantidades de emisión de CO₂ generadas por la producción de cemento y la basura.

El día miércoles 25 de setiembre de 2019, se realizó el taller internacional sobre cementos adicionados, organizado por el Ministerio del Ambiente y de la Producción, con apoyo de Cosude (agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación), este evento tuvo como principal objetivo, la implementación de medidas de mitigación para hacer más eficiente la producción de cemento, de modo, que se pueda reducir el factor clínker (insumo empleado en la elaboración de cemento que genera la emisión de la mayor parte de CO₂) a un 76% para el año 2030, lo que permitiría generar una reducción de cerca de 1 millón de toneladas de CO₂.

El desarrollo de las ciudades viene acompañado de una mayor producción de residuos como lo son el plástico, vidrios, papeles, etc, estos residuos según su origen pueden ser domiciliarias, hospitalario, comercial y urbanos. En esta investigación se ha empleado botellas de vidrio recicladas como un material para reutilizar en reemplazo de cemento en la producción de concreto, de esta forma se busca disminuir las cantidades de cemento utilizadas en la fabricación de concreto. El reuso de materiales reciclados en la fabricación del concreto, debe ser desde cualquier perspectiva, la mejor solución hacia la sostenibilidad de nuestro ecosistema por parte de cada organismo constructor del País, incluyendo al Estado. Es así que en busca de materiales alternativos que permitan reemplazar el empleo del cemento y fomentar el uso de aditivos no contaminantes, se plantea en la investigación evaluar la influencia del uso de vidrio molido y nanosílice en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia con un

$F_c=420 \text{ kg/cm}^2$, concreto bastante utilizado en la construcción de elementos estructurales como placas, columnas, núcleos de losas en edificaciones y otros.

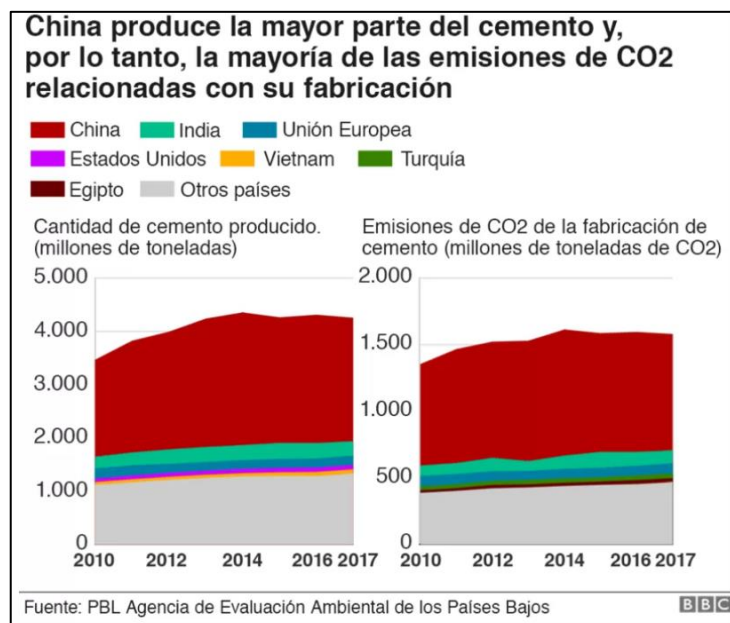
1.1 Descripción y formulación del problema

1.1.1 Descripción del problema

La producción masiva del cemento es la causante de aproximadamente el 8% de las emisiones de CO₂, según el centro de estudios británico Chatham House. Si esta industria fuera un país, esta sería el tercer país más contaminante del mundo, después de China y EEUU. Seguidamente presentamos en la Figura 1 las emisiones de CO₂ producido por la fabricación de cemento en diversos países.

Figura 1

Cantidades de cemento producido y emisiones de CO₂ relacionadas con su fabricación



Fuente: Tomado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46594783>

Por otro lado, el avance acelerado en la tecnología de nuevas materias primas en la elaboración de aditivos y adiciones hace posible la producción de aditivos de alta resistencia, hace unos años se hablaba de la microsílíce como componente indispensable para lograr concretos de alta resistencia, sin embargo su uso tiene impacto negativo en el medio ambiente.

Es así que en la actualidad se ha desarrollado un material mil veces más pequeño, la nanosílice que se presenta en estado líquido y tiene mejores propiedades que la microsílice, teniendo un impacto nulo en el medio ambiente. Los concretos de hoy requieren en su composición la incorporación de aditivos y adiciones con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas y de durabilidad. (Huincho, 2011)

1.1.2 Formulación del problema

Investigaciones anteriores demuestran la factibilidad del uso del vidrio molido y la nanosílice en la producción de concreto, para asegurar una mayor resistencia a la compresión, más no hay investigaciones anteriores que mezclen las propiedades de ambos materiales en la producción de concreto.

Problema General

- ¿Cuál es la influencia del vidrio molido y nanosílice en las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia??

Problemas Específicos

- ¿Cuál es la influencia del vidrio molido y nanosílice en la temperatura de un concreto de alta resistencia?
- ¿Cuál es la influencia del vidrio molido y nanosílice en el asentamiento de un concreto de alta resistencia?
- ¿Cuál es la influencia del vidrio molido y nanosílice en el peso unitario de un concreto de alta resistencia?
- ¿Cuál es la influencia del vidrio molido y nanosílice en el contenido de aire de un concreto de alta resistencia?
- ¿Cuál es la influencia del vidrio molido y nanosílice en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia?

- ¿Cuál es la influencia del vidrio molido y nanosílice en el costo unitario de un concreto de alta resistencia?

1.2 Antecedentes de la investigación

1.2.1 Antecedentes de concreto con vidrio molido

Peñañiel (2016) evaluó un concreto de 210 kg/cm² convencional a base del cemento Holcim Rocafuerte tipo I, tuvo resultados de resistencia a la compresión a los 28 días de 227.73 kg/cm², 224.09 kg/cm², 223.66 kg/cm², 221.68 kg/cm² y 234.76 kg/cm², para porcentajes de vidrio añadido del 0%, 10%, 20%, 30% y 40% respectivamente. Concluye que el porcentaje que mejora la resistencia a la compresión a los 28 días es el de 40% de vidrio molido en peso reemplazando la arena, logrando un aumento del 11.8% de la resistencia de diseño $f'_c=210$ kg/cm².

Walhoff (2017) recomienda reemplazar el cemento con vidrio molido hasta un porcentaje de rango no mayor al 5% en peso del cemento, ya que permite obtener un incremento en la resistencia a la compresión del concreto de un 7.1% a los 28 días, según se resume en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1

Resistencias promedio a la compresión de concreto (Walhoff, 2017)

EDAD (días)	CONCRETO CONVENCIONAL (Kg/cm ²)	CONCRETO CON 5% DE VIDRIO MOLIDO (Kg/cm ²)	%
7	187.44	188.33	100.50%
14	237.77	238.58	100.30%
21	274.44	278.99	101.70%
28	301.5	322.93	107.10%

Fuente: Elaboración propia. Datos recopilados de Tabla IV-1 y Tabla V-2 (p. 57 y 58), Walhoff, 2017, Tesis “Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, barranca-2016”

Este cuadro obtenido a partir de resultados de la investigación de Tesis Walhoff (2017), fue de suma importancia para la toma de valores de porcentajes de vidrio más adecuados en el desarrollo de la investigación.

Cano y Cruz (2017) concluyen en que la mezcla ideal para las probetas con adición de vidrio molido es la que contiene una proporción en peso del 5%; en el caso de la mezcla con adición de vidrio tamizado, la mezcla ideal la representa la que contiene una proporción en peso del 3% y entre tanto al utilizar vidrio granular como aditivo, la mezcla ideal se alcanza con una proporción en peso del 5%. En resumen la mezcla ideal con la que se alcanzó la máxima resistencia a la compresión de todo el estudio fue la mezcla con 3% en peso de vidrio tamizado (22.25MPa). Si hacemos un comparativo respecto de la mezcla común sin adición de vidrio (16.52MPa), se obtuvo un incremento del 34.62% en la resistencia a la compresión.

Ochoa (2018) determinó que la resistencia a la compresión aumentaba conforme se aumentaba el porcentaje de vidrio evaluado (10%; 20% y 30%) concluyendo que incorporando un 30% de vidrio reciclado molido en reemplazo de la arena en la mezclas de concreto se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días, obteniéndose para un $f'c=175$ kg/cm² - 196.9 kg/cm², para un $f'c=210$ kg/cm² - 233.54 kg/cm², para un $f'c=280$ kg/cm² - 311.37 kg/cm².

Paredes (2019) contradice lo investigado por Ochoa (2018), pues indica que la resistencia a la compresión aumenta hasta cierta cantidad de vidrio añadido, pero al incrementarse más dicha cantidad de vidrio, esta resistencia disminuye, aproximándose a la resistencia del concreto de control (patrón). Paredes (2019) analizó un concreto patrón de $f'c$ de diseño 210 kg/cm² con resultados a los 28 días del concreto de control (patrón) obtuvo en promedio de 213.34 kg/cm², el concreto con 15% de adición de vidrio reciclado molido (VRM) obtuvo 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).

1.2.2 Antecedentes de concreto con el uso de nanosílice

Loayza (2017) estudió la influencia del nanosilice (**AQUA-840 ULMEN**) para un concreto de $f'c=350\text{kg/cm}^2$ preparado con cemento Portland TIPO I, con relación de agua-cemento de 0.40, usando agregado grueso con un tamaño nominal de $\frac{1}{2}$ " para 2 tipos diferentes de agregado (angular y redondeado), teniendo como parámetro de análisis la adición del porcentaje de aditivo 0.5%, 1.0%, 1.2% del peso del cemento con respecto a un concreto patrón (sin adición). De los cuales concluyó que con la adición del 1% de nanosílice se obtienen los mayores valores de resistencia a la compresión a los 28 días, los cuales fueron de 825.84 kg/cm^2 para concreto con agregado angular (C.A.N 1.0%), y 810.14 kg/cm^2 para concreto con agregado redondeado (CRN 1.0%), logrando un incremento del 84.5% y 92% respectivamente de sus concretos patrones (CPA Y CPR). Ver Figura 2:

Figura 2

Resistencias a la compresión de concreto con nanosílice. (Loayza, 2017)

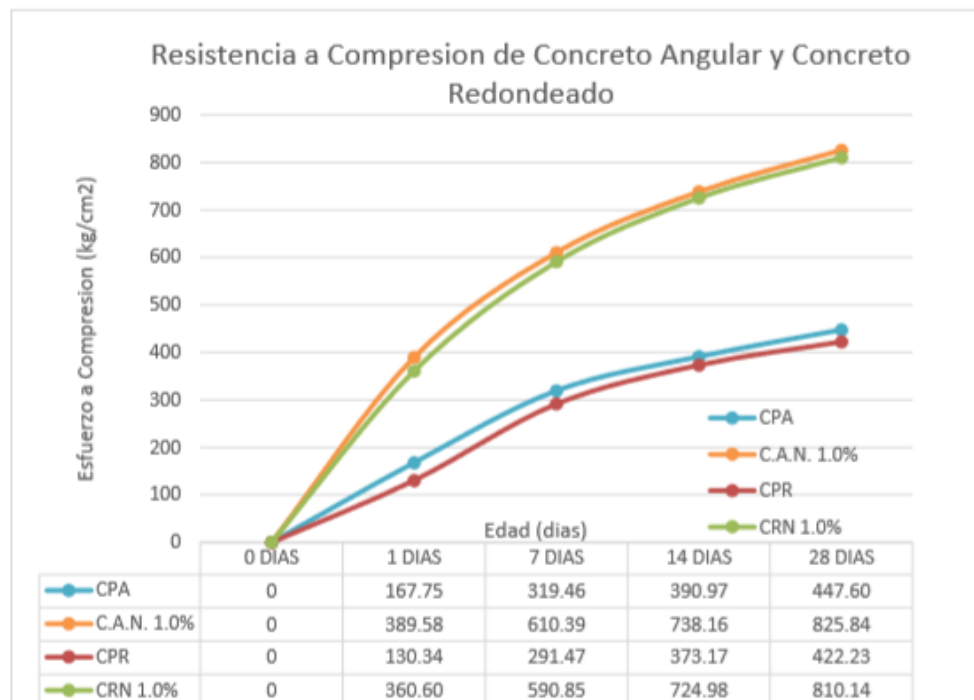


Grafico 6.15 Comparación de la resistencia a Compresión de los concretos (Angular y Redondeado).

Fuente: Tomado de Grafico 6.15 (p. 113), Loayza, 2017, Tesis “Influencia del nanosilice en el concreto con agregado angular y agregado redondeado”

Molina y Chara (2017) diseñaron mezclas de concreto para las resistencias a la compresión de 420, 500, 600 y 700 kg/cm², utilizando tres tasas de dosificación de aditivo nanosilice (**AQUA-840 ULMEN**) de 0.8%, 1.0% y 1.2% en peso de cemento para cada resistencia, utilizaron además los aditivos **CHEMA FUME(microsilice)** y **SIKA VISCOCRETE 3330**. Para definir las dosificaciones de aditivo nanosilice usaron la recomendación del fabricante que establecía un rango de 0.8% a 1.2%. Encontrando que los % de contenido de aditivo que logran los mejores resultados son el 0.8% y el 1% , a continuación se detallan los resultados:

- Para el diseño de 420 kgf/cm², el concreto patrón alcanzó una resistencia de 381.93 kg/cm², el contenido óptimo de 0.80% logró una resistencia de 670.98 kgf/cm², aumentando en 75.68% la resistencia con respecto al valor de resistencia a los 28 días del concreto patrón.
- Para el diseño de 500 kgf/cm², el concreto patrón alcanzó una resistencia de 416.51 kg/cm², el contenido óptimo de 0.80% logró una resistencia de 721.54 kgf/cm², aumentando en 73.23% la resistencia con respecto al valor de resistencia a los 28 días del concreto patrón.
- Para el diseño de 600 kgf/cm², el concreto patrón alcanzó una resistencia de 474.00 kg/cm², el contenido óptimo de 1.00% logró una resistencia de 756.22 kgf/cm², aumentando en 59.54% la resistencia con respecto al valor de resistencia a los 28 días del concreto patrón.
- Para el diseño de 700 kgf/cm², el concreto patrón alcanzó una resistencia de 489.31 kg/cm², el contenido óptimo de 1.00% logró una resistencia de 788.33 kgf/cm², aumentando en 61.11% la resistencia con respecto al valor de resistencia a los 28 días del concreto patrón

Molina y Chara (2017) además realizaron un análisis comparativo del costo beneficio para un metro cúbico de concreto en las diferentes resistencias de estudio 420, 500, 600 y 700 kgf/cm², con el uso del aditivo nanosilice y se realizó una comparativa con el costo de la

producción actual de concretos de alta resistencia con el uso de microsílíce (**CHEMA FUME**) y superplastificantes **VISCOCRETE 3330** en la dosificación de 10% y 1.3% respectivamente. De las cuales el costo de concreto con dichos aditivos es casi el doble del valor del concreto patrón para cada tipo de diseño, por el contrario el concreto con adición de nanosílíce tiene un ligero incremento respecto al costo de su concreto patrón el cual es aceptable por el aumento de resistencia a la compresión que proporciona.

López y Mamani (2017) utilizaron un aditivo de nanosílíce que contiene superplastificante (**AQUA 206 ULMEN**), usando cemento portland puzolánico tipo IP, relación agua-cemento menores a 0.56. Elaboraron un diseño de mezcla patrón con $f'c=210\text{kg/cm}^2$, y se elaboraron probetas con porcentajes de 0.5; 1 y 1.5% de nanosílíce. La resistencia más alta obtenida a la compresión en 28 días es de 490.72 kg/cm^2 y en 56 días es 516.62 kg/cm^2 para concretos con 1.5% de nanosílíce. Por otro lado la resistencia más alta obtenida a la compresión sometido a ciclos de congelamiento y deshielo en 28 días es 487.54 kg/cm^2 y en 56 días 512.23 kg/cm^2 para concretos con el mismo porcentaje de 1.5% de nanosílíce. Finalmente el concreto con adición de nanosílíce presenta menos porosidad a la edad de 28 días es 1.73% y en 56 días es 1.85% para concretos con 1.0% de nanosílíce.

Ramírez (2018) elaboró un concreto liviano de alta resistencia bajo los límites establecidos por el ACI 211.2-98 y el ACI 363.2R empleando nanosílíce y puzolana natural, concluyó que el rango de dosificaciones de la nanosílíce (**HP-300 ULMEN**) va desde los 56.30 kg por m^3 de concreto (5.98% respecto al material cementicio) hasta los 67.87 kg por m^3 de concreto (6.46% respecto al material cementicio). Los resultados indicaron que, para valores menores del material, en la mayoría de casos, no se consiguen concretos suficientemente plásticos o con un nivel de cohesión aceptable para formar una masa, y en otros casos se puede formar una mezcla de mejor plasticidad, no obstante, el concreto no adquiere grandes resistencias. Para valores mayores del material, se pueden obtener concretos

más fluidos que decaen en sus niveles de resistencia, con valores que podrían obtenerse con porcentajes menores del nanomaterial.

Roldan y Vargas (2018) determinaron que el contenido óptimo de nanosílice (**GAIA ULMEN**) es del 0.5% respecto al peso del cemento, logrando una resistencia a los 28 días de 448.10 Kg/cm² y 637.60 kg/cm² para los diseños de mezcla de concreto con $f'_c=420$ y 600 kg/cm² respectivamente. Si estos resultados se comparan con las resistencias obtenidas del concreto patrón (408.60 kg/cm² y 553.60 kg/cm²), en términos porcentuales hablamos de un incremento en la resistencia del 10% y 15.2% respectivamente. Así mismo recomiendan no usar el aditivo (GAIA Nanosílice de Ulmen Perú) conjuntamente con el superplastificante (Viscocrete sc-50), ya que no reacciona favorablemente para el incremento de la resistencia a compresión, y si no se usa los adecuados porcentajes de aditivo la mezcla segregará.

1.3 Objetivos

Objetivo General

Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia.

Objetivos Específicos

-Objetivo Específico 1: Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en la temperatura de un concreto de alta resistencia

-Objetivo Específico 2: Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en la asentamiento de un concreto de alta resistencia

-Objetivo Específico 3: Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en el peso unitario de un concreto de alta resistencia

-Objetivo Específico 4: Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en la contenido de aire de un concreto de alta resistencia

-Objetivo Específico 5: Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia

-Objetivo Específico 6: Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en el costo unitario de un concreto de alta resistencia.

1.4 Justificación

Debido a los problemas medio ambientales que afronta nuestra planeta; la explotación masiva de recursos naturales, el consumo de energía y emisión de gases en la fabricación del cemento; fomentar el reciclaje en la fabricación de concreto; por último la búsqueda de materiales que cuentan con antecedentes positivos en la mejora de la propiedad de resistencia a la compresión del concreto es que se plantea la investigación **“INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO Y NANOSÍLICE EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y COSTO DE PRODUCCION DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA”**.

Con esta investigación se brindará información sobre el comportamiento de las mezclas de concreto al ser fabricadas con diferentes porcentajes de vidrio y nanosílice, quedando como una base para la obtención de otros diseños de mezclas para concreto de alta resistencia utilizando estos materiales.

1.5 Hipótesis

Hipótesis General

El empleo de vidrio molido y nanosílice mejora las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia.

Hipótesis Específicas

-Hipótesis Específica 1: El empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la temperatura de un concreto de alta resistencia

-Hipótesis Específica : El empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la asentamiento de un concreto de alta resistencia

-Hipótesis Específica 3. El empleo de vidrio molido y nanosílice disminuye el peso unitario de un concreto de alta resistencia

-Hipótesis Específica 4. El empleo de vidrio molido y nanosílice disminuye la contenido de aire de un concreto de alta resistencia

-Hipótesis Específica 5. El empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia

-Hipótesis Específica 6. El empleo de vidrio molido y nanosílice mantiene el costo unitario de producción de un concreto de alta resistencia

II. MARCO TEORICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1 *Concreto de alta resistencia*

2.1.1.1 Definición de concreto de alta resistencia

El Comité 363 del American Concrete Institute ACI presenta un concepto para concretos de alta resistencia. “Es un concreto que cumple con la combinación de desempeño especial y requisitos de uniformidad, combinación que no puede ser rutinariamente conseguida usando solamente los componentes tradicionales y las prácticas normales de mezcla colocación y curado”. Además define a un concreto de alta resistencia como aquel que alcanza una resistencia igual o superior a los 420 kgf/cm² a los 28 días, usualmente estos concretos son considerados como del alto desempeño.

La resistencia a la compresión se mide en cilindros de prueba de 6” X 12” (150 X 300 mm) o de 4” X 8” (100 X 200 mm). La producción de concreto de alta resistencia requiere un mayor estudio así como un control de calidad más exigente en comparación con el concreto convencional.

2.1.1.2 Usos del concreto de alta resistencia

- Para colocar el concreto en servicio a una edad mucho menor, por ejemplo dar tráfico a pavimentos a 3 días de su colocación.
- Para construir edificios altos reduciendo la sección de las columnas e incrementando el espacio disponible.
- Para construir superestructuras de puentes de mucha luz y para mejorar la durabilidad de sus elementos.

- Para la construcción de elementos prefabricados con solicitaciones diferentes a los concretos usados convencionalmente.
- Para satisfacer necesidades específicas de ciertas aplicaciones especiales como por ejemplo durabilidad, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión. Entre algunas de dichas aplicaciones se cuentan presas, cubiertas de graderías, cimentaciones marinas, parqueaderos, y pisos industriales de tráfico pesado. (Cabe señalar que el concreto de alta resistencia no es garantía por sí mismo de durabilidad).

2.1.1.3 Cemento Portland

El Cemento Portland es el producto artificial resultante de calcinar hasta un principio de fusión mezclas rigurosamente homogéneas de Caliza y Arcilla, obteniéndose un cuerpo llamado clínquer, constituido por silicatos y aluminatos anhidros, el cual hay que pulverizar junto con el Yeso, en proporción menor al 3%, para retrasar su fraguado. Se emplean en Hormigones de alta resistencia, en la elaboración de Elementos Prefabricados y en algunas obras especiales.

El cemento se vende en bolsas de un pie cúbico que pesan 42.5 kg. Existen diferentes marcas y variedades, siendo los más usados los tipos I e IP; todas las características se encuentran impresas en sus respectivas bolsas. Entre los más conocidos están:

A. Cemento Tipo I. De uso común y corriente en construcciones de concreto y trabajos de albañilería donde no se requieren propiedades especiales.

B. Cemento Puzolánico IP. Cemento al que se ha añadido puzolana hasta en un 15%, material que le da un color rojizo y que se obtiene de arcillas calcinadas, de cenizas volcánicas o de ladrillos pulverizados. La ventaja de reemplazar parte del cemento por este material, es que permite retener agua, por lo que se obtiene una mayor capacidad de adherencia.

Esto retrasa, además, el tiempo de fraguado y es conveniente cuando se necesita de más tiempo, por ejemplo, para frotachar un piso de concreto.

C. Cemento Tipo II. De moderada resistencia al ataque de los sulfatos, se recomienda usar en ambientes agresivos. Los sulfatos son sustancias que aparecen en las aguas subterráneas o en los suelos, que cuando entran en contacto con el concreto, lo deterioran.

D. Cemento Tipo III. De desarrollo rápido de resistencia. Se recomienda usar cuando se quiera adelantar el desencofrado. Al fraguar, produce alto calor, por lo que es aplicable en climas fríos.

E. Cemento Tipo IV. Al fraguar produce bajo calor, recomendable para vaciados de grandes masas de concreto. Por ejemplo, en presas de concreto.

F. Cemento Tipo V. De muy alta resistencia al ataque de sales, recomendable cuando el elemento de concreto esté en contacto con agua o ambientes salinos.

Los cementos tipo III y IV no son fabricados en nuestro país.

2.1.1.4 Agua

Es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante. Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluída no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes.

El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas. En caso de tener que usar en la dosificación del concreto, agua no potable o de calidad no comprobada, debe hacerse con ella cubos de mortero, que deben tener a los 7 y 28 días un 90% de la resistencia de los morteros que se preparen con agua potable. Algunas de las sustancias que con mayor frecuencia se encuentran en las aguas y que inciden en la calidad del concreto se presentan a continuación:

- Las aguas que contengan menos de 2000 p.p.m. de sólidos disueltos generalmente son aptas para hacer concretos; si tienen más de esta cantidad deben ser ensayados para determinar sus efectos sobre la resistencia del concreto.
- Si se registra presencia de carbonatos y bicarbonatos de sodio o de potasio en el agua de la mezcla, estos pueden reaccionar con el cemento produciendo rápido fraguado; en altas concentraciones también disminuyen la resistencia del concreto.
- El alto contenido de cloruros en el agua de mezclado puede producir corrosión en el acero de refuerzo o en los cables de tensionamiento de un concreto pre esforzado.
- El agua que contenga hasta 10000 p.p.m. de sulfato de sodio, puede ser usada sin problemas para el concreto.
- Las aguas acidas con pH por debajo de 3 pueden crear problemas en el manejo u deben ser evitadas en lo posible.
- Cuando el agua contiene aceite mineral (petróleo) en concentraciones superiores a 2%, pueden reducir la resistencia del concreto en un 20%.

2.1.1.5 Agregados

Los agregados son un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados. Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta

pedazos de piedra, junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto.

La importancia del uso, tipo y calidad correcta del agregado no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto, e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las propiedades de la mezcla del concreto.

Los agregados deben de ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla, tienen que cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en la normas ASTM C33 y NTP 400.037.

A. **Agregado Fino.** Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Proviene de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas. El porcentaje de arena triturada no podrá constituir más del 30% del agregado fino. (Ver Figura 3)

Figura 3

Agregado fino para elaboración de concreto



Fuente: <https://www.arenerasanmartin.com/arena-gruesa.html>

B. **Agregado grueso.** Se denomina agregado grueso a la porción del agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Dicho agregado deberá de proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas: sus fragmentos deben de ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar la calidad de la mezcla de concreto. (Ver Figura 4)

Figura 4

Agregado grueso para elaboración de concreto



Fuente: <https://www.arenerasanmartin.com/piedra-chancada.html>

2.1.1.6 Diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia

Un óptimo diseño de concreto resulta de la selección de los materiales disponibles en la localidad, que permitan que el concreto en estado plástico sea de fácil colocación y acabado, y que aseguren el desarrollo de la resistencia y demás propiedades del concreto endurecido que especifique el diseñador. Algunos de los conceptos básicos que es necesario manejar para su realización son los siguientes:

- Los agregados deben ser resistentes y durables. No es necesario que sean duros o de alta resistencia, pero si necesitan ser compatibles, en términos de rigidez y resistencia con la pasta de cemento. En general se emplean agregados gruesos del menor tamaño máximo posible para lograr dichos concretos. La arena debe ser más gruesa que la que se permite en la ASTM C 33 (módulo de inercia mayor de 3.2) debido al gran contenido de finos de los materiales cementantes.
- Las mezclas de concreto de alta resistencia tienen un mayor contenido de materiales cementantes que incrementan el calor de hidratación y posiblemente produzcan una mayor contracción (retracción) por secado, creando un mayor potencial de agrietamiento. La mayoría de mezclas contienen una o más adiciones como cenizas volantes (clase C o F), cenizas de alto horno molidas, microsílíce, metacaolín o materiales puzolánicos de origen natural.
- El concreto de alta resistencia necesita por lo general tener una baja relación agua/material cementante (A/C), dicha relación debe estar en el rango de 0.23 a 0.35. Relaciones A/C tan bajas solo se pueden obtener con muy altas dosificaciones de aditivos reductores de agua de alto rango (o superplastificantes) de acuerdo al tipo F o G de la ASTM C 494. Un aditivo tipo A reductor de agua puede usarse en combinación.
- El contenido total de materiales cementantes debe estar alrededor de 700 lbs/yard³ (415 kg/m³) o más.
- El uso de aire incorporado en este concreto ocasionará una gran reducción en la resistencia deseada.

2.1.1.7 Ventajas de un concreto de alta resistencia

- Rapidez en la ganancia de resistencia a la compresión.

- Posibilidad de disminuir secciones transversales de los elementos estructurales.
- Uso eficiente del cemento.
- El peso propio global de la estructura es inferior, pudiendo suponer cierta reducción de la cimentación. Aumento de la vida útil de la estructura del edificio.
- El concreto de alta resistencia tiene un módulo de elasticidad más alto que el concreto de baja resistencia, de tal manera que se reduce cualquier pérdida de la fuerza pretensora debido al acortamiento elástico del concreto. Las pérdidas por flujo plástico que son aproximadamente proporcionales a las pérdidas elásticas, son también menores.
- Minimizan el costo, ya que los anclajes comerciales para el acero de preesfuerzo son siempre diseñados con base de concreto de alta resistencia. De aquí que el concreto de menor resistencia requiere anclajes especiales o puede fallar mediante la aplicación del preesfuerzo. Tales fallas pueden tomar lugar en los apoyos o en la adherencia entre el acero y el concreto, o en la tensión cerca de los anclajes.
- El concreto de alta resistencia está menos expuesto a las grietas por contracción que aparecen frecuentemente en el concreto de baja resistencia antes de la aplicación del preesfuerzo.
- El concreto de alta resistencia a la compresión ofrece una mayor resistencia a tensión y cortante, así como a la adherencia y al empuje, y es deseable para las estructuras de concreto preesforzado ordinario.

2.1.1.8 Desventajas de un concreto de alta resistencia:

- Se requiere personal capacitado para su manejo.
- Sensible a las variaciones de las materias primas. – Necesita buenas condiciones de curado.

- Necesidad de utilizar aditivos para mejorar las propiedades de trabajabilidad de la mezcla para la colocación del concreto en la obra.
- Mayor precio unitario de material. - Se deben cumplir estrictamente todas las normas referentes a manejo, protección y control del concreto.
- Cualquier adición de agua, cemento o aditivo en obra alterará su diseño, perjudicando la calidad del concreto.

2.1.2 Vidrio

2.1.2.1 Definición de Vidrio

Walhoff (2017) citando a Gutiérrez (2003) define al vidrio como:

Es otro de los materiales cerámicos usados comúnmente en la construcción, es un material compacto, homogéneo, transparentes y muy resistente a la acción de los agentes atmosféricos. En general, los vidrios y cristales son mezclas de silicatos de sodio y potasio con pequeñas cantidades de magnesio, aluminio y óxidos de hierro y manganeso. (p. 25)

Cano y Cruz (2017) citando a Catalan (2013) define en su investigación:

El vidrio es un material cuyo componente mayor es la sílice proveniente de arena, pedernal o cuarzo de apariencia dura, frágil y generalmente transparente, aunque se comporta como un sólido, es un fluido de muy alta viscosidad. Está compuesto por una mezcla de óxidos metálicos, siendo su componente principal el óxido de sílice, conocido como silicio (SiO_4). Si bien a simple vista pareciera ser muy similar a un cristal, la diferencia con éste radica en el ordenamiento que tienen las moléculas que lo componen, donde los enlaces Si-O están distribuidos de manera irregular, sin un patrón determinado, siendo por definición, un material amorfo. (p. 27)

La composición del vidrio sódico cálcico es de: (Rojas, 2015, p. 17)

Sílice ----- 70% - 75%

Sodio----- 12% - 18%

Potasio----- 0% - 1%

Calcio----- 5% - 14%

Aluminio----- 0.5% - 3%

Magnesio----- 0% - 4%

2.1.2.2 Tipos de vidrio

Los vidrios clasificados en forma comercial se fabrican en mayor cantidad y los vidrios especiales en menores cantidades.(Ochoa, 2018, p 46)

A. Vidrio sodicocálcico. Las botellas comerciales son fabricadas con este vidrio tales como ventanas y vidrios laminados, estas son poco resistentes a cambios bruscos de temperatura. (Ochoa, 2018, p 46)

B. Vidrio al plomo Es un tipo de vidrio que también es conocido como cristal al plomo, es pesado y tiene un alto índice de refracción lo que lo hace muy importante cuando se realizan instalaciones nucleares. (Ochoa, 2018, p 46)

C. Vidrio de borosilicato. Este tipo de vidrio es muy utilizado para la fabricación de utensilios de cocina, equipos de laboratorio y para procesos químicos. Son muy importantes por su durabilidad resistencia a los ataques químicos y choques térmicos. (Ochoa, 2018,p 46)

Entre otros tipos de vidrio encontramos los que están compuestos de casi prácticamente sílice como la sílice vítrea o el vidrio de aluminosilicato. (Ochoa, 2018, p 46)

D. Vidrio molido Es un material que deriva de la molienda del vidrio. Para realizar este proceso se utilizan diferentes equipos entre estos están, el molino de bolas o máquina de los ángeles, donde a través del apisonamiento, el vidrio, es triturado por

unas esferas de plomo, teniendo como resultado un grano relativamente pequeño, luego de este proceso según García y Morales se debe tamizar el vidrio, donde la mayor parte del material es pasante el tamiz N° 40 la cual se está dentro de la granulometría de agregados finos según la NTP 400.018. (Walhoff, 2017, pp. 27-28)

2.1.2.3 Reciclado del vidrio. La mejor manera para reciclar el vidrio consiste en almacenar en nuestros hogares todo tipo de botellas o envases de vidrio para después colocarlos en contenedores y poder así disminuir la contaminación del medio ambiente. Debemos tener en cuenta que las botellas y contenedores de vidrio deben estar limpios sin residuo de ningún otro material, de esta forma será más rápido su reciclaje. La recolección de vidrio que se realizó en esta investigación fueron envases de refrescos, cerveza, vinos y licores etc. Durante el reciclaje del vidrio, este no pierde sus propiedades y se ahorra un 30% de energía con respecto al vidrio nuevo.

En la industria vidriera también se generan desperdicios de vidrio que resultan en forma de polvo después de un proceso de lavado incluido en la etapa de producción, el cual es desechado y se puede convertir en un proveedor importante para su utilización en mezclas de concreto. (Cano y Cruz, 2017, p 23)

2.1.2.4 Beneficios del reciclaje del vidrio. Al reciclar el vidrio se obtienen los siguientes beneficios:

- a) Ahorro de energía
- b) Ahorro de materias primas
- c) Reducción de la contaminación del aire
- d) Reducción de la cantidad de residuos que va a los vertederos

2.1.2.5 Estudio de mercado de vidrio reciclado en el Perú

Ojetivos del estudio

- Demostrar la existencia de un stock permanente de vidrio reciclado a ser usado en la producción de concreto.
- Identificar las empresas que se dediquen a la compra venta de vidrio reciclado en el Perú
- Obtener el precio promedio de compra y venta por kg de vidrio, así como volúmenes promedios mensuales y anuales.

Parte 1 : Generación de vidrio como residuo sólido en el Perú

Se estimaron los volúmenes de vidrio generado en los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019, gracias a información brindada por el Ministerio del Ambiente. Para obtener los volúmenes se utilizó el cuadro denominado CONSOLIDADO GENERACION DE RESIDUOS SÓLIDOS 2015-2019, cuadro que contiene los volúmenes totales de generación de residuos sólidos (Generación municipal) en el país que observamos en la Figura 5 a continuación.

Figura 5

Consolidado generacion de residuos sólidos 2015-2019

CONSOLIDADO GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, 2015-2019											
N°	DEPARTAMENTO	2,015	2,015	2,016	2,016	2,017	2,017	2,018	2,018	2,019	2,019
		POBLACIÓN URBANA	Generación Municipal (T/año)	POBLACIÓN URBANA	Generación Municipal (T/año)	POBLACIÓN URBANA	Generación municipal (T/año)	POBLACION URBANA	Generación municipal (T/año)	POBLACION URBANA	Generación municipal (T/año)
1	AMAZONAS	185,515.16	45,788.54	186,126.00	50,997.50	186,804.00	51,433.35	207,064.47	54,454.82	208,307.00	57,229.72
2	ÁNCASH	753,567.56	210,425.84	758,903.00	212,643.20	764,028.00	208,702.25	813,286.04	221,728.97	825,577.00	240,642.46
3	APURIMAC	213,946.85	57,889.05	214,951.00	57,616.58	216,238.00	57,703.76	244,915.70	66,827.02	245,541.00	61,342.17
4	AREQUIPA	1,163,608.06	298,852.90	1,175,906.00	297,902.32	1,188,259.00	300,788.00	1,419,551.25	359,304.60	1,387,073.00	331,793.90
5	AYACUCHO	412,032.89	113,530.07	417,299.00	106,160.93	422,168.00	116,723.32	446,985.58	125,842.05	452,536.00	124,917.56
6	CAJAMARCA	529,909.16	192,962.20	532,654.00	143,989.48	534,913.00	142,810.31	570,594.08	151,438.90	572,366.00	145,610.43
7	CALLAO	1,013,935.00	339,023.29	1,028,144.00	319,409.76	1,042,496.00	326,263.62	1,064,605.42	331,933.21	1,105,512.00	317,102.61
8	CUSCO	746,529.21	231,999.10	751,512.00	218,524.49	756,929.00	223,925.27	880,363.17	228,104.01	879,886.00	230,892.51
9	HUANCAVELICA	157,572.08	36,351.58	158,097.00	35,520.54	159,209.00	35,400.16	164,185.19	38,218.78	167,216.00	36,327.29
10	HUÁNUCO	373,253.38	92,772.50	369,508.00	85,300.79	372,103.00	85,046.19	452,387.89	106,885.65	446,032.00	113,402.17
11	ICA	703,440.12	179,925.46	710,483.00	186,468.81	717,440.00	188,291.78	849,093.45	223,097.17	883,528.00	242,128.69
12	JUNÍN	880,692.60	246,989.33	885,856.00	243,572.81	897,490.00	254,668.51	1,002,003.23	274,577.20	1,015,935.00	272,066.78
13	LA LIBERTAD	1,428,201.13	368,168.54	1,444,554.00	379,976.72	1,463,971.00	389,099.42	1,543,086.09	427,510.05	1,586,949.00	435,502.18
14	LAMBAYEQUE	1,006,831.68	236,923.52	1,015,215.00	297,433.87	1,023,459.00	305,393.86	1,014,824.23	291,092.74	1,043,187.00	326,686.56
15	LIMA	9,640,999.05	3,074,508.69	9,789,892.00	3,086,076.47	9,941,221.00	3,103,495.56	10,196,537.76	3,162,032.10	10,288,888.00	3,387,055.19
16	LORETO	673,086.79	219,780.67	679,287.00	214,360.13	685,214.00	203,872.35	701,547.58	210,516.24	716,927.00	238,046.37
17	MADRE DE DIOS	101,214.47	18,424.85	103,606.00	27,819.85	105,979.00	28,042.30	143,799.97	38,758.78	143,291.00	39,354.57
18	MOQUEGUA	153,193.67	30,180.79	154,808.00	35,274.52	156,405.00	35,556.75	171,361.10	39,133.33	174,743.00	41,688.19
19	PASCO	181,490.19	34,284.99	182,131.00	37,565.39	182,701.00	39,392.07	183,737.62	41,600.87	183,945.00	37,460.87
20	PIURA	1,390,596.11	341,504.34	1,402,600.00	393,456.54	1,414,517.00	398,504.49	1,559,327.55	440,872.96	1,599,254.00	429,617.03
21	PUNO	733,817.99	196,663.09	741,917.00	164,083.88	750,378.00	175,346.15	718,261.80	174,247.74	718,876.00	194,747.44
22	SAN MARTÍN	538,077.89	150,456.13	544,991.00	156,714.90	551,778.00	157,267.98	623,773.66	181,296.60	627,708.00	194,191.29
23	TACNA	313,356.28	56,884.64	317,364.00	73,285.09	321,278.00	74,102.95	336,095.63	72,180.88	342,350.00	76,255.42
24	TUMBES	216,300.20	49,813.01	219,027.00	52,063.05	221,620.00	53,483.05	222,721.85	53,514.59	230,747.00	62,235.54
25	UCAYALI	370,924.83	110,875.23	374,869.00	129,358.98	378,987.00	130,330.72	454,520.82	144,413.48	464,728.00	145,607.37
	TOTAL	23,879,092.36	6,934,978.34	24,159,700.00	7,005,576.61	24,455,585.00	7,085,644.19	25,984,631.13	7,459,582.75	26,311,100.00	7,781,904.29

Fuente: Ministerio del Ambiente de Perú (MINAM)

Se muestran además los cuadros denominados PROMEDIO DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS (%) PARA LOS AÑOS 2015-2016-2017-2018 Y 2019, cuadros que contienen los porcentajes de vidrio generado con respecto del total de residuos sólidos generados por departamento, estos cuadros se observan a continuación en la Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9 y Figura 10 respectivamente.

Figura 6

Promedio de la caracterización de residuos (%) año 2015

PROMEDIO DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS (%) AÑO 2015																				
DEPARTAMENTOS	Materia Orgánica	Madera follaje	Papel	Cartón	Vidrio	PET	Plástico Duro	Bolsas	Tetra-pack	Tecnopor	Metal	Latas	RAEE	Telas, textiles	Caucho, cuero, jebe	Pilas	Restos de medicina, focos, etc	Residuos Sanitarios	Residuos inertes	Otros
AMAZONAS	62.16	3.35	2.38	2.93	2.15	3.06	1.98	3.65	0.63	0.48	2.59	0.33	0.05	1.13	1.02	0.32	0.36	4.79	4.56	2.10
ANCASH	53.35	3.61	3.10	2.88	2.69	2.94	2.43	4.19	0.71	0.69	2.54	0.19	0.02	1.27	1.10	0.29	0.53	7.80	8.27	1.40
APURIMAC	53.07	3.70	2.96	2.87	2.60	3.01	2.45	4.22	0.73	0.69	2.66	0.22	0.02	1.23	1.06	0.31	0.57	7.66	8.52	1.46
AREQUIPA	52.68	3.09	3.74	2.97	2.67	3.02	2.54	4.03	0.67	0.73	2.54	0.31	0.02	1.42	1.10	0.26	0.52	8.48	7.84	1.36
AYACUCHO	53.36	3.61	2.93	2.82	2.55	2.92	2.39	4.29	0.70	0.65	2.45	0.33	0.03	1.23	1.08	0.33	0.54	7.46	8.89	1.47
CAJAMARCA	54.78	3.55	3.00	2.87	2.59	2.96	2.35	4.10	0.70	0.65	2.46	0.23	0.03	1.21	1.05	0.30	0.50	7.34	7.92	1.41
CALLAO	55.26	2.08	5.02	3.48	3.12	2.71	2.34	5.21	0.73	0.88	2.10	0.29	0.06	2.15	0.65	0.17	0.36	10.24	2.35	0.80
CUSCO	54.79	3.43	2.98	2.87	2.52	3.00	2.44	4.34	0.67	0.66	2.53	0.21	0.03	1.28	1.06	0.30	0.51	7.31	7.45	1.61
HUANCAVELICA	53.02	3.67	3.07	2.98	2.74	3.14	2.49	4.23	0.75	0.69	2.61	0.20	0.02	1.21	1.10	0.32	0.58	7.50	8.32	1.37
HUANUCO	55.86	3.31	2.84	2.92	2.52	3.03	2.26	4.09	0.72	0.62	2.59	0.28	0.05	1.22	1.08	0.34	0.57	6.84	7.18	1.68
ICA	51.78	3.23	3.57	3.02	2.60	3.10	2.62	4.27	0.66	0.80	2.30	0.25	0.01	1.64	1.03	0.22	0.42	8.90	8.30	1.29
JUNIN	54.32	3.29	2.87	2.91	2.71	3.01	2.42	4.28	0.67	0.79	2.43	0.26	0.03	1.23	1.02	0.28	0.48	7.31	8.07	1.61
LA LIBERTAD	52.65	3.34	3.47	3.02	2.82	2.98	2.46	3.96	0.66	0.71	2.46	0.20	0.01	1.29	1.11	0.26	0.49	8.23	8.62	1.26
LAMBAYEQUE	52.75	3.89	3.72	3.28	2.75	2.76	2.48	3.45	0.64	0.80	2.21	0.17	0.00	1.48	1.08	0.24	0.50	8.86	7.77	1.15
LIMA	53.08	2.88	3.94	3.01	2.79	3.09	2.65	4.04	0.74	0.73	2.42	0.22	0.03	1.50	1.08	0.27	0.52	8.21	7.40	1.40
LORETO	64.99	3.00	2.17	3.14	2.25	3.33	1.74	3.74	0.70	0.47	2.92	0.25	0.06	1.18	0.98	0.31	0.31	3.46	3.00	2.03
MADRE DE DIOS	56.60	5.04	3.07	4.58	2.57	3.62	2.37	3.79	0.87	0.60	3.98	0.18	0.24	1.13	1.10	0.33	0.35	3.69	3.46	2.43
MOQUEGUA	53.73	3.41	3.80	2.61	2.36	3.30	2.97	3.55	0.68	0.91	2.49	0.41	0.04	1.22	1.10	0.30	0.43	8.37	6.69	1.62
PASCO	54.15	3.88	2.61	2.77	2.39	2.96	2.50	3.54	0.63	0.55	2.71	0.27	0.04	1.37	0.97	0.44	0.45	7.27	8.19	2.33
PIURA	50.00	2.70	4.02	3.32	3.39	3.30	2.80	3.67	0.78	0.88	3.00	0.19	0.00	1.52	1.13	0.27	0.50	8.95	8.13	1.46
PUNO	52.95	3.34	3.11	3.02	2.64	3.19	2.46	4.11	0.73	0.66	2.73	0.20	0.04	1.25	1.17	0.33	0.51	7.47	8.24	1.82
SAN MARTIN	66.91	2.89	2.07	2.68	1.83	2.97	1.69	3.37	0.54	0.36	2.56	0.27	0.06	1.03	0.83	0.29	0.28	3.68	3.47	2.24
TACNA	52.97	2.99	3.52	3.04	2.66	3.14	2.67	3.78	0.72	0.78	2.74	0.22	0.01	1.49	1.17	0.29	0.49	8.29	7.71	1.33
TUMBES	51.52	3.01	3.97	3.03	2.83	3.10	2.73	3.64	0.59	0.88	2.65	0.20	0.00	1.53	1.09	0.24	0.43	9.11	7.97	1.45
UCAYALI	66.95	3.13	1.96	2.68	1.87	2.79	1.68	3.86	0.50	0.51	2.39	0.24	0.05	1.10	0.87	0.27	0.25	3.78	3.21	1.91
Total general	54.83	3.34	3.14	2.95	2.60	3.04	2.40	4.04	0.69	0.67	2.56	0.24	0.03	1.29	1.06	0.30	0.49	7.32	7.44	1.56

Fuente: Ministerio del Ambiente de Perú (MINAM)

Figura 7

Promedio de la caracterización de residuos (%) año 2016

PROMEDIO DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS (%) AÑO 2016																	
DEPARTAMENTOS	Materia Orgánica	Madera follaje	Papel	Cartón	Vidrio	PET	Plástico Duro	Bolsas	Metales	Telas	Cuero, caucho, jebe	Pilas	Restos de medicinas y focos	Residuos sanitarios	Material inerte	Tetrabrick	Otros
AMAZONAS	66.39	2.07	2.44	2.47	2.28	2.66	2.20	4.27	1.83	1.07	0.65	0.24	0.26	4.98	2.71	0.57	2.92
ANCASH	58.16	2.99	4.26	3.35	3.22	2.63	2.62	3.77	1.70	1.52	1.17	0.22	0.47	6.27	4.06	0.58	3.02
APURIMAC	53.32	2.77	2.51	3.38	2.22	2.67	2.49	5.26	2.27	1.52	0.73	0.24	0.36	8.67	6.68	0.61	4.30
AREQUIPA	55.64	2.57	4.77	3.62	2.79	2.29	2.32	4.42	1.82	1.66	0.84	0.12	0.26	8.53	5.17	0.53	2.66
AYACUCHO	57.52	2.58	3.15	2.50	2.40	2.83	2.43	4.88	2.11	1.14	0.82	0.24	0.27	6.19	6.60	0.68	3.64
CAJAMARCA	52.87	3.29	3.36	3.14	2.61	3.20	2.32	4.64	2.19	1.24	0.93	0.30	0.46	7.32	7.35	0.78	4.00
CALLAO	53.58	2.69	5.15	3.51	3.29	2.42	2.57	5.83	1.58	2.96	1.03	0.19	0.20	8.70	2.70	0.75	2.86
CUSCO	51.90	2.90	3.54	3.13	2.43	3.82	2.46	5.50	2.49	1.49	1.14	0.42	0.55	6.61	6.66	0.78	4.19
HUANCAVELICA	49.68	3.37	3.46	3.39	2.70	3.48	2.49	4.83	2.22	1.29	1.12	0.41	0.52	7.52	7.65	0.92	4.96
HUANUCO	53.31	3.41	3.35	3.04	2.52	3.32	2.31	4.86	2.12	1.28	0.99	0.30	0.65	6.73	6.55	0.85	4.42
ICA	49.16	2.93	4.23	3.24	2.35	3.26	2.69	4.90	2.27	1.78	0.89	0.17	0.43	9.49	8.05	0.71	3.45
JUNIN	51.53	3.12	3.16	2.93	2.82	3.14	2.33	5.03	2.12	1.35	0.92	0.31	0.57	8.22	7.35	0.79	4.31
LA LIBERTAD	52.05	3.33	3.54	3.22	2.71	3.12	2.33	4.26	1.94	1.37	1.00	0.26	0.52	7.78	7.37	0.77	4.42
LAMBAYEQUE	52.37	5.43	3.85	3.61	2.15	2.69	2.05	3.46	2.19	1.02	0.64	0.21	0.78	7.35	7.33	0.79	4.07
LIMA	51.41	2.92	4.17	3.26	2.85	3.10	2.63	4.49	2.22	1.49	0.97	0.29	0.46	8.24	6.51	0.84	4.15
LORETO	65.62	2.78	2.64	2.54	1.78	2.82	1.85	4.31	1.85	1.42	0.82	0.47	0.48	4.04	3.14	0.72	2.72
MADRE DE DIOS	63.62	2.23	2.88	2.80	2.06	3.22	1.61	4.72	1.50	1.23	0.62	0.25	0.40	5.95	3.07	0.76	3.09
MOQUEGUA	50.04	2.80	3.75	3.19	2.37	3.70	2.42	4.95	2.15	1.41	1.09	0.33	0.47	8.63	6.83	0.87	5.01
PASCO	52.00	2.31	3.31	3.03	2.47	2.89	2.87	4.74	2.84	1.40	0.97	0.44	0.51	8.07	6.62	0.63	4.91
PIURA	47.80	3.93	4.30	3.81	4.10	3.50	2.60	3.47	3.11	1.43	0.88	0.23	0.53	8.46	7.63	1.06	3.15
PUNO	50.25	2.95	3.66	3.51	2.64	3.49	2.59	4.88	2.63	1.26	1.03	0.35	0.49	7.29	7.24	0.90	4.86
SAN MARTIN	70.46	2.58	2.15	2.02	1.40	2.30	1.59	3.56	1.59	1.07	0.67	0.31	0.39	3.58	3.32	0.57	2.44
TACNA	50.26	3.63	3.97	3.48	2.52	3.44	2.53	4.51	2.29	1.40	0.82	0.24	0.49	8.78	6.96	0.80	3.87
TUMBES	48.35	4.26	3.94	3.63	2.96	2.84	2.37	4.88	2.31	1.93	1.42	0.49	0.72	7.98	8.58	0.85	2.50
UCAYALI	69.03	2.63	2.39	2.14	1.42	2.78	1.58	3.89	1.47	1.26	0.74	0.32	0.33	3.45	2.75	0.67	3.15
Total general	53.11	3.17	3.47	3.14	2.58	3.23	2.37	4.62	2.22	1.35	0.96	0.32	0.50	7.26	6.80	0.81	4.09

Fuente: Ministerio del Ambiente de Perú (MINAM)

Figura 8

Promedio de la caracterización de residuos (%) año 2017

PROMEDIO DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS (%) AÑO 2017																	
DEPARTAMENTOS	Materia Orgánica	Madera follaje	Papel	Cartón	Vidrio	PET	Plástico Duro	Bolsas	Metales	Telas	Cuero, caucho, jebe	Pilas	Restos de medicinas y focos	Residuos sanitarios	Material inerte	Tetrabrick	Otros
AMAZONAS	63.85	2.05	2.42	3.51	1.83	2.16	2.28	4.39	1.78	1.50	0.91	0.30	0.43	4.88	3.52	1.90	2.27
ANCASH	51.74	3.40	3.44	3.12	2.69	3.41	2.46	4.73	2.22	1.28	1.02	0.32	0.60	7.33	7.09	0.88	4.25
APURIMAC	50.91	3.31	3.37	3.23	2.60	3.55	2.53	4.97	2.33	1.37	1.06	0.35	0.68	7.45	6.97	0.94	4.38
AREQUIPA	51.59	3.31	3.91	3.54	2.81	3.41	2.46	4.58	2.19	1.36	0.97	0.29	0.50	8.10	6.34	0.92	3.71
AYACUCHO	51.06	3.13	3.24	3.02	2.72	3.51	2.46	4.94	2.26	1.32	1.12	0.38	0.53	7.00	7.89	0.87	4.54
CAJAMARCA	54.21	3.15	3.37	3.16	2.53	3.22	2.36	4.56	2.23	1.23	0.97	0.32	0.48	6.81	6.78	0.81	3.81
CALLAO	54.63	2.65	5.37	3.33	3.11	2.31	2.47	4.86	1.52	2.95	0.90	0.20	0.23	9.14	2.72	0.64	2.97
CUSCO	52.26	3.19	3.41	3.16	2.54	3.71	2.56	5.45	2.49	1.50	1.18	0.40	0.51	6.55	6.14	0.84	4.12
HUANCAVELICA	49.95	3.45	3.56	3.33	2.72	3.57	2.59	4.86	2.30	1.33	1.21	0.38	0.56	7.21	7.41	0.96	4.60
HUANUCO	55.11	3.39	3.09	2.92	2.34	3.17	2.29	4.77	2.20	1.24	1.07	0.30	0.50	6.78	6.11	0.81	3.91
ICA	49.43	2.86	4.04	3.15	2.34	3.35	2.72	4.88	2.15	1.70	1.12	0.23	0.61	9.05	7.78	0.71	3.89
JUNIN	52.50	3.19	3.18	2.94	2.77	3.20	2.34	4.93	2.15	1.33	0.94	0.35	0.55	7.86	6.62	0.89	4.26
LA LIBERTAD	51.89	3.59	3.57	3.22	2.67	3.19	2.37	4.23	2.08	1.40	1.03	0.28	0.55	7.58	7.14	0.88	4.31
LAMBAYEQUE	52.67	5.48	3.88	3.66	2.20	2.68	2.14	3.63	2.02	1.04	0.67	0.25	0.74	7.11	6.47	0.86	4.49
LIMA	51.53	3.03	4.07	3.32	2.82	3.09	2.65	4.69	2.16	1.54	0.98	0.28	0.48	8.16	6.11	0.86	4.24
LORETO	67.94	2.66	2.49	2.30	1.58	2.73	1.97	3.99	1.84	1.33	0.84	0.42	0.45	3.84	2.86	0.75	2.01
MADRE DE DIOS	65.34	2.11	2.89	2.86	1.78	3.03	1.66	4.00	1.73	1.25	0.92	0.32	0.43	5.11	2.82	0.93	2.84
MOQUEGUA	50.67	3.06	3.72	3.38	2.26	4.23	2.40	4.69	2.10	1.36	1.17	0.31	0.48	8.03	6.21	0.86	5.06
PASCO	53.37	2.35	3.29	3.06	2.43	2.84	2.96	4.72	2.80	1.39	1.00	0.41	0.52	7.88	6.38	0.72	3.90
PIURA	48.76	4.06	4.17	3.89	3.76	3.35	2.70	3.51	2.93	1.43	0.90	0.25	0.67	8.19	7.18	1.01	3.24
PUNO	50.64	2.96	3.71	3.49	2.65	3.67	2.58	4.86	2.70	1.28	1.07	0.34	0.49	7.21	6.92	0.99	4.44
SAN MARTIN	72.58	2.32	1.97	1.89	1.23	2.21	1.53	3.40	1.55	1.01	0.69	0.26	0.33	3.56	2.92	0.57	1.98
TACNA	50.43	3.62	3.88	3.43	2.46	3.56	2.56	4.68	2.30	1.42	0.85	0.26	0.53	8.80	6.64	0.81	3.77
TUMBES	46.95	4.70	3.99	3.79	3.04	2.88	2.57	4.81	2.50	1.82	1.42	0.50	0.69	8.29	8.18	0.93	2.93
UCAYALI	68.13	3.03	2.39	2.50	1.41	2.76	1.74	3.99	1.47	1.31	0.80	0.36	0.35	3.73	2.66	0.66	2.79
Total general	53.79	3.22	3.43	3.13	2.54	3.25	2.41	4.60	2.22	1.35	1.00	0.33	0.52	7.08	6.34	0.86	3.92

Fuente: Ministerio del Ambiente de Perú (MINAM)

Figura 9

Promedio de la caracterización de residuos (%) año 2018

PROMEDIO DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS (%) AÑO 2018																	
DEPARTAMENTOS	Materia Orgánica	Madera follaje	Papel	Cartón	Vidrio	PET	Plástico Duro	Bolsas	Metales	Telas	Cuero, caucho, jebe	Pilas	Restos de medicinas y focos	Residuos sanitarios	Material inerte	Tetrabrick	Otros
AMAZONAS	63.8	1.8	2.5	3.6	1.9	2.1	2.1	4.3	1.9	1.4	0.8	0.3	0.4	5.4	3.9	1.3	2.5
ANCASH	54.0	3.2	4.2	3.5	3.6	3.1	2.7	4.1	1.4	1.6	1.3	0.2	0.5	6.9	5.6	0.6	3.5
APURIMAC	47.9	4.6	2.6	3.7	2.3	2.7	2.5	7.0	3.2	1.8	1.2	0.5	0.3	8.7	6.9	0.9	3.2
AREQUIPA	56.7	2.4	4.4	3.4	2.7	2.4	2.3	4.3	1.8	1.6	0.7	0.1	0.4	8.2	4.8	0.5	3.2
AYACUCHO	60.6	2.5	2.4	1.9	2.1	2.2	2.3	4.8	2.1	1.2	1.1	0.1	0.2	6.5	6.4	0.4	3.0
CAJAMARCA	59.0	2.0	2.9	3.2	2.2	1.9	1.8	3.4	1.6	1.1	0.6	0.1	0.2	8.6	8.6	0.9	2.0
CALLAO	58.7	1.4	4.6	2.5	2.2	2.0	2.5	5.6	1.9	3.9	0.7	0.1	0.3	8.5	2.5	0.6	2.0
CUSCO	51.9	3.2	3.5	3.6	3.2	3.6	2.7	5.6	2.5	1.6	1.1	0.2	0.5	7.4	4.8	0.7	3.6
HUANCAVELICA	55.8	1.8	3.3	3.1	2.0	2.5	2.1	5.3	1.9	1.2	0.9	0.2	0.4	7.8	7.6	0.7	3.6
HUANUCO	62.6	2.6	3.0	2.3	1.7	2.1	1.7	4.9	1.3	0.9	0.7	0.2	0.3	7.4	3.2	0.9	4.2
ICA	53.0	2.3	4.3	3.1	2.6	3.3	2.9	4.4	1.9	1.4	0.9	0.1	0.4	9.0	5.5	0.6	4.2
JUNIN	54.3	2.9	4.8	3.0	2.7	3.0	2.2	4.5	1.6	1.8	1.1	0.2	0.5	8.1	5.7	0.6	3.3
LA LIBERTAD	53.7	1.9	4.0	3.0	2.7	2.9	2.8	3.9	1.4	1.8	0.9	0.2	0.5	8.7	6.0	0.7	5.0
LAMBAYEQUE	53.9	6.2	4.4	3.4	2.6	2.7	2.0	4.4	2.0	1.4	0.6	0.1	0.5	6.5	4.6	0.6	4.0
LIMA	54.1	1.7	5.1	3.4	2.8	2.4	2.9	5.2	2.0	2.1	0.7	0.2	0.4	9.2	3.3	0.6	4.0
LORETO	65.2	2.0	2.6	2.5	1.3	2.2	3.5	3.4	1.6	1.9	0.9	0.2	0.4	4.7	3.5	0.7	3.2
MADRE DE DIOS	59.8	1.0	4.0	5.0	2.8	2.9	1.3	5.4	2.2	0.9	0.6	0.2	0.2	8.2	1.0	0.6	3.9
MOQUEGUA	50.6	1.9	5.0	3.0	2.9	3.8	1.8	4.6	1.0	2.1	0.9	0.1	0.2	8.8	5.5	0.3	7.5
PASCO	50.4	1.7	4.1	4.0	2.3	2.2	4.6	3.7	3.0	1.5	0.9	0.5	0.4	8.9	8.1	0.6	3.2
PIURA	47.3	3.1	5.1	4.0	4.6	3.5	3.0	3.5	2.3	1.5	1.1	0.2	0.4	9.6	7.2	1.3	2.4
PUNO	53.2	1.7	3.1	3.4	3.2	3.5	3.3	4.9	2.1	1.2	1.2	0.2	0.4	9.6	5.6	0.6	2.8
SAN MARTIN	70.0	3.4	2.0	2.0	1.4	2.2	1.7	3.2	1.9	1.1	0.8	0.3	0.3	3.4	3.2	0.6	2.8
TACNA	56.5	1.4	3.0	2.4	2.1	2.2	1.6	5.6	1.5	1.2	0.7	0.2	0.2	11.5	4.9	0.7	4.3
TUMBES	55.3	2.5	4.4	3.3	2.4	3.1	2.0	4.1	2.5	1.4	1.2	0.3	0.5	9.0	6.0	0.5	1.5
UCAYALI	69.1	1.1	1.8	1.6	1.4	1.7	1.6	4.5	1.2	2.4	0.9	0.6	0.4	3.9	1.2	0.6	5.9
Total general	55.22	2.25	4.35	3.22	2.71	2.62	2.65	4.72	1.90	1.84	0.83	0.18	0.38	8.36	4.43	0.67	3.65

Fuente: Ministerio del Ambiente de Perú (MINAM)

Figura 10

Promedio de la caracterización de residuos (%) año 2019

PROMEDIO DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS (%) AÑO 2019															
Departamentos	Residuos de alimentos (restos de comida)	Residuos de maleza y poda	Otros orgánicos	Papel Blanco	Papel Periódico	Papel Mixto	Cartón Blanco (liso y cartón)	Cartón Marrón (Corrugado)	Cartón Mixto (tapas de maqui)	VIDRIO	PE1 (1) (aceite y botellas de bebidas de plástico)	PEAD (2) (botellas)	PEBD (4) (empaques)	PP (3) (baldes, tinas, rafia, etc.)	
AMAZONAS	63.49	3.69	2.20	1.13	0.41	0.73	0.63	1.28	0.77	1.82	1.56	0.72	0.74	0.64	
ANCASH	45.04	4.40	4.39	3.96	1.43	1.39	1.41	2.20	1.20	3.35	3.41	1.18	1.18	0.64	
APURIMAC	39.56	4.45	5.79	1.90	0.81	1.69	0.82	1.45	1.39	3.84	3.19	1.62	1.01	0.93	
AREQUIPA	46.26	3.11	3.35	1.86	1.19	1.10	1.01	2.09	1.14	2.72	3.78	1.46	0.99	0.51	
AYACUCHO	50.76	3.48	3.46	1.73	0.88	1.11	0.90	1.65	0.98	2.83	2.73	1.25	1.10	0.71	
CAJAMARCA	50.70	4.53	3.59	2.25	0.86	1.14	1.00	2.10	0.96	2.59	3.19	1.19	0.97	0.58	
CALLAO	52.98	1.99	0.58	1.09	1.96	0.88	0.76	1.36	0.52	2.08	1.47	2.38	1.24	0.76	
CUSCO	50.29	3.35	3.36	1.68	0.87	1.36	0.82	1.52	1.19	2.89	2.83	1.36	0.92	0.63	
HUANCAVELICA	47.89	3.67	3.99	1.79	0.79	1.30	0.88	2.01	1.14	2.68	2.30	1.21	1.42	0.85	
HUANUCO	51.22	3.97	6.35	1.59	0.86	1.18	0.87	1.47	0.72	2.17	2.11	1.22	0.93	0.53	
ICA	44.89	4.21	2.56	1.83	1.21	1.11	1.03	2.31	1.26	2.52	2.64	1.55	1.04	1.12	
JUNIN	51.78	3.69	2.73	1.59	0.92	1.20	0.57	1.49	1.07	2.80	2.47	1.37	1.10	0.84	
LA LIBERTAD	41.67	9.55	4.73	2.04	1.19	0.95	0.81	2.27	0.89	4.59	3.38	2.14	1.40	1.54	
LAMBAYEQUE	40.16	5.82	5.36	1.71	1.63	1.29	0.89	1.87	1.60	2.57	3.36	1.34	1.30	1.14	
LIMA	45.08	3.37	4.03	2.04	1.83	1.52	1.23	1.47	1.24	2.82	2.53	1.74	1.24	0.77	
LORETO	58.11	3.02	1.26	1.46	0.68	1.02	0.37	1.25	1.74	3.28	4.04	1.78	1.33	0.48	
MADRE DE DIOS	54.78	5.45	1.06	1.27	0.41	0.71	0.36	1.81	0.66	2.17	2.16	0.88	0.55	0.66	
MOQUEGUA	46.01	2.79	9.12	1.00	0.82	1.01	0.26	1.14	1.14	1.89	3.02	1.12	0.92	0.45	
PASCO	49.47	4.27	4.04	1.67	0.84	1.35	0.66	1.57	1.25	2.68	2.05	1.09	0.98	1.05	
PIURA	41.55	6.03	3.03	2.55	1.83	1.13	1.23	2.69	1.09	4.55	4.07	2.24	1.00	1.14	
PUNO	43.68	4.45	3.44	2.68	1.44	0.81	1.17	1.69	1.49	3.65	3.25	1.68	1.67	0.58	
SAN MARTIN	66.37	2.77	1.27	1.11	0.41	0.91	0.38	1.04	0.79	1.64	1.87	0.90	0.93	0.59	
TACNA	48.16	2.02	3.02	1.67	1.93	1.81	0.82	1.44	1.27	2.40	2.89	1.16	1.35	1.21	
TUMBES	38.41	3.91	4.95	1.88	4.17	0.67	0.42	3.17	0.73	5.19	2.51	1.23	1.79	0.86	
UCAYALI	63.98	3.73	0.46	1.31	0.43	0.82	0.36	0.84	0.80	1.47	1.99	0.84	0.65	0.55	
Total general	46.95	4.07	3.59	1.96	1.47	1.27	1.00	1.70	1.15	2.96	2.81	1.64	1.18	0.82	

Fuente: Ministerio del Ambiente de Perú (MINAM)

Con toda la información de los cuadros anteriores, se generó el cuadro CONSOLIDADO GENERACIÓN DE VIDRIO, 2015-2019 a partir de los cuadros anteriores, obteniendo así los volúmenes de vidrio (toneladas) generado por departamento en los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

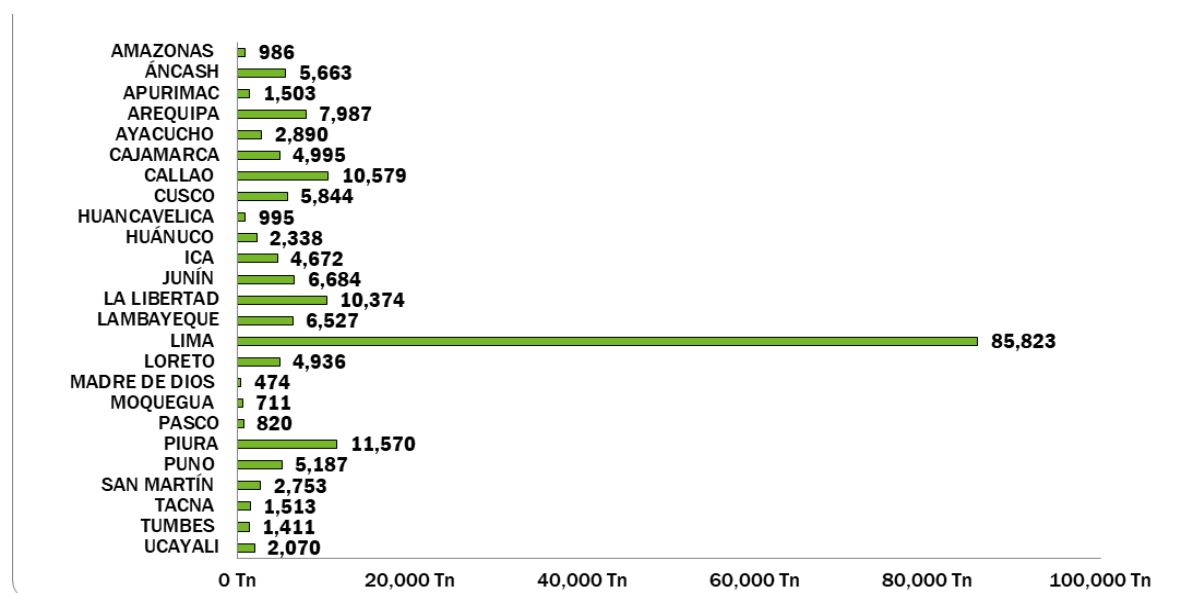
Tabla 2

Consolidado Generación de Vidrio 2015- 2019

Departamento	(t/año) 2015	(t/año) 2016	(t/año) 2017	(t/año) 2018	(t/año) 2019
Amazonas	986	1162	942	1044	1042
Ancash	5663	6846	5623	7881	8071
Apurímac	1503	1280	1500	1546	2353
Arequipa	7987	8314	8446	9605	9041
Ayacucho	2890	2551	3177	2690	3541
Cajamarca	4995	3754	3615	3273	3769
Callao	10579	10499	10133	7207	6585
Cusco	5844	5308	5680	7324	6667
Huancavelica	995	957	963	765	975
Huánuco	2338	2151	1994	1817	2456
Ica	4672	4382	4410	5704	6113
Junín	6684	6866	7044	7284	7608
La Libertad	10374	10299	10402	11482	20010
Lambayeque	6527	6387	6708	7525	8391
Lima	85823	87882	87377	87650	95358
Loreto	4936	3824	3215	2814	7811
Madre de Dios	474	572	499	1090	854
Moquegua	711	836	804	1130	788
Pasco	820	927	956	969	1004
Piura	11570	16140	14992	20183	19531
Puno	5187	4331	4649	5577	7101
San Martín	2753	2190	1940	2625	3177
Tacna	1513	1844	1823	1537	1829
Tumbes	1411	1544	1626	1258	3227
Ucayali	2070	1832	1832	1979	2147
Total	189305	192679	190351	201957	229447

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestran los gráficos con los valores de vidrio generado por departamento durante los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

Figura 11*Generación de vidrio en toneladas a nivel nacional - año 2015*

Fuente: Elaboración propia

Figura 12*Generación de vidrio en toneladas a nivel nacional - año 2016*

Fuente: Elaboración propia

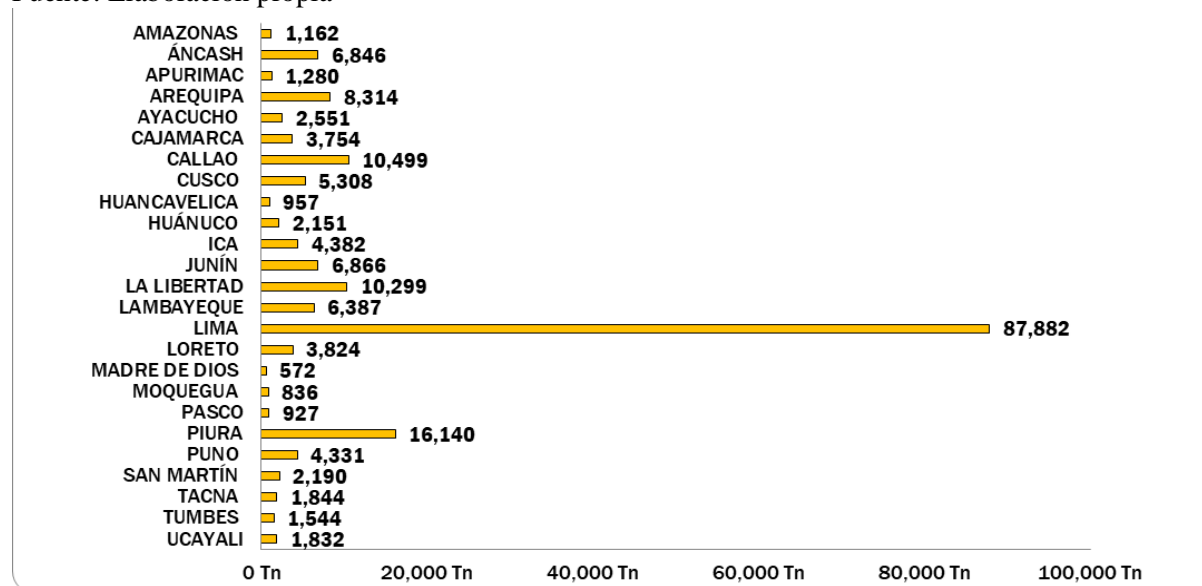
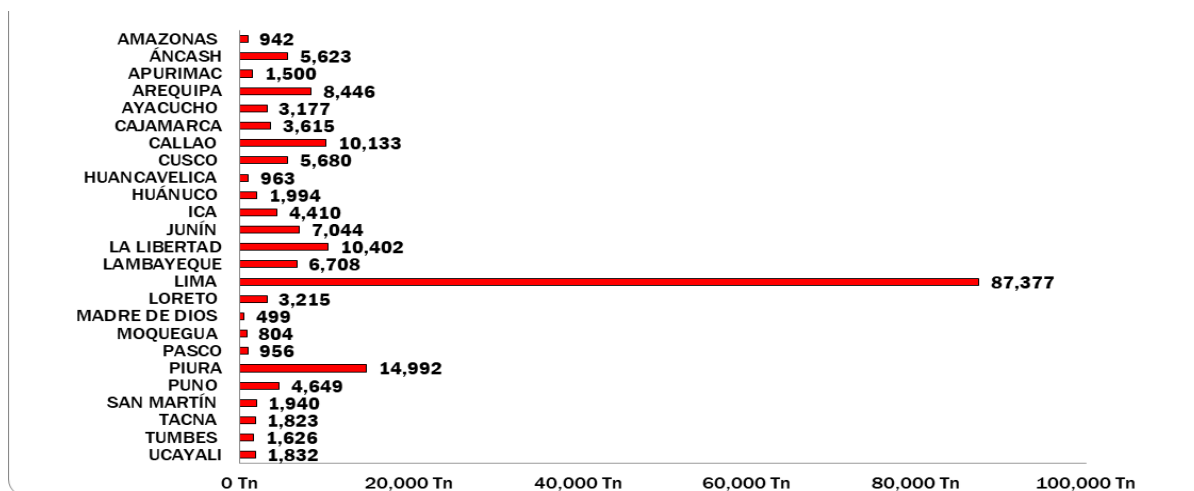
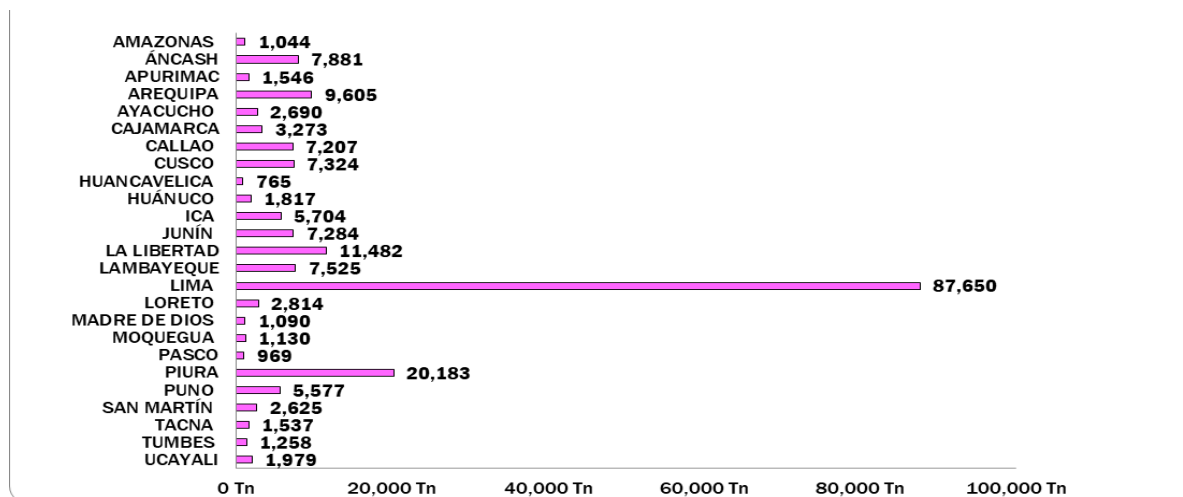


Figura 13*Generación de vidrio en toneladas a nivel nacional - año 2017*

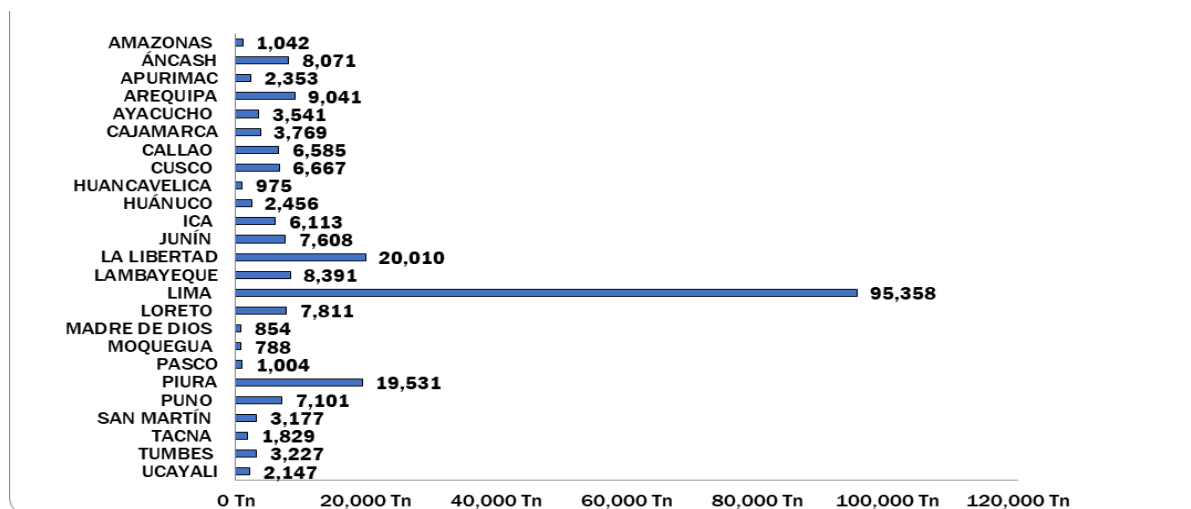
Fuente: Elaboración propia

Figura 14*Generación de vidrio en toneladas a nivel nacional - año 2018*

Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Generación de vidrio en toneladas a nivel nacional - año 2019



Fuente: Elaboración propia

Parte 2 : Identificación de empresas que se dediquen a la compra venta de vidrio reciclado en el Perú

Grupo del estudio

Nuestro grupo de estudio lo conformaron las empresas operadoras de residuos sólidos no peligrosos (EORS) autorizadas por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

Herramienta para recabar datos

Entrevistas por llamada telefónica y correo electrónico.

Análisis de los datos

El Ministerio del Ambiente registra al 29/04/2021 un total 952 empresas operadoras de residuos sólidos a nivel nacional que cuentan con su autorización. De dicho registro se encontro 293 empresas asociadas a actividades de manejo de residuos sólidos no peligrosos. (Ver tabla 3).

Tabla 3*EORS asociadas a actividades de manejo de residuos sólidos no peligrosos*

	Cantidad	%
Empresas contactadas	69	23.55%
Empresas no contactadas	224	76.45%
Total	293	100%

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a contactar a todas estas empresas vía teléfono y correo electrónico obteniendo lo siguiente en la tabla 4:

Tabla 4*EORS contactadas*

	Cantidad	%
Empresas que realizan compra y/o venta de botellas de vidrio	18	26.09%
Empresas que no realizan compra y/o venta de botellas de vidrio	51	73.91%
Total	69	100%

Fuente: Elaboración propia

Se realizó 5 preguntas (tabla 5), a cada una de las 18 empresas contactadas que trabajan con vidrio reciclado, la información se recopiló en la tabla 6:

Tabla 5*Preguntas realizadas a EORS contactadas*

Ítem	Pregunta
Nº1	¿Su empresa realiza compra o venta de botellas de vidrio reciclado?
Nº2	¿Cual es el precio en soles que paga su empresa por kg de vidrio ?
Nº3	¿Cuántas toneladas de vidrio recolecta su empresa en promedio aprox por mes?
Nº4	¿Cuántas toneladas de vidrio aproximadamente recolectó su empresa en promedio durante el año 2020?
Nº5	Si un cliente solicitara a su empresa la venta de 1tn de vidrio reciclado , ¿cual sería el costo de venta en soles por kg abastecido?

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6*Respuestas a preguntas realizadas a EORS contactadas*

EORS	Ciudad	Pregunta				
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5
Reciclemos S.A.C.	Lima	SI	0.1	4.5	54	0.17
Corporación Rio Mantaro Sociedad Anonima Cerrada S.A.C.	Junín	SI	0.3	0.7	8.4	0.2
Sermetales E.I.R.L.	Lima	SI	0.1	20	240	0.17
Corporación Enithplast S.A.C.	Lima	SI	0.1	1	10.8	0.2
Recicladora C & M E.I.R.L.	Cajamarca	SI	0.05	3	20	0.3
Empresa de transportes y comercializadora Yagua S.A.C.	Callao	SI	0.1	0.05	0.6	0.2
Inversiones Galito E.I.R.L.	Lima	SI	0.06	0.5	3.6	0.2
Comercial Felita E.I.R.L.	Lima	SI	NDBI	..	..	..
Negociaciones JBJ E.I.R.L.	Lima	SI	NDBI	..	..	..

Reciclador del Norte STM	Ancash	SI	NDBI	..	..	..
Ingeniería de Proyectos Ambientales S.A.C	Arequipa	SI	0.1	0.5	6	0.2
Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos S.R.L	Arequipa	SI	NDBI	..	..	..
Ecoprocesos s.a.c.	Lima	SI	NDBI	..	..	..
Inversiones Ima Sumaq S.A.C	Ayacucho	SI	0.15	3	36	0.25
Dynse Reciclaje E.I.R.L.	Lima	SI	NDBI	..	..	..
Inversiones W.J.M. S.A.C.	Lima	SI	0.1	0.3	5	0.2
Recicladora Solari & Solari S.A.C.	La Libertad	SI	NDBI	..	..	..
Empresa Municipal Santiago de Surco S.A.- EMUSS S.A.	Lima	SI	..	38.44	384.4	0.21

NDBI: No desea brindar información

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Lista de EORS contactadas que realizan compra y/o venta de botellas de vidrio

EORS	RUC	Ubicación	Contacto
Reciclemos S.A.C.	20601034639	Av. Nicolás Ayllón N° 2433 - Ate - Lima	711 0630
Corporación Rio Mantaro S.A.C.	20600000684	Pasaje César Vallejo S/N - Huamancaca Chico - Huancayo - Junin	989 817 351
Sermetales E.I.R.L.	20602148603	Sector Escala Baja - Antigua Pana. Sur S/N - Mala-Cañete - Lima	990 176 200
Corporación Enithplast S.A.C.	20555751428	Parcela I Mz. G Lote N°2, Asoc. Huerta Granja El Ayllu - Huarochiri - Lima	994 008 333/ 986 762 814
Recicladora C & M E.I.R.L.	20538905713	Centro Poblado San Juan de Unican - Miracost - Chota - Cajamarca	930 487 894 / 928 71 626
Emp. de transportes y comercializadora Yagua S.A.C.	20523618181	Mz. A-1, Lt. 15-16 - Mi Perú - Callao	995 542 667
Inversiones Galito E.I.R.L.	20602073689	Mz. M Lt. 9, Asociación de Ganaderos Porcinos Saracoto - Lurigancho - Lima	995 011 298

Comercial Felita E.I.R.L.	20492145701	Av. Los Naranjos Mz. B, lote 10 - Puente Piedra - Lima	015271360/01 556 5151
Negociaciones JBJ E.I.R.L.	20602867936	Av. La Molina N° 505 - Ate - Lima	999 119 905
Reciclador del Norte STM	20602843280	Jirón Almirante Guisse Mz-L2 Lt. 13 P.J. Miraflores Alto - Chimbote - Santa - Ancash	922 573 125
Ingeniería de Proyectos Ambientales S.A.C	20602059309	C.P. - Semirural Pachacútec Calle Huánuco N° 106 - Cerro Colorado - Arequipa - Arequipa	956 666 687 / 959 093 464
Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos S.R.L	20600984595	Asoc. Pequeños Granjeros Morro Negro, Mz. E Lote N° 4 - Cerro Colorado - Arequipa - Arequipa	958866687
Ecoprocesos s.a.c.	20602608566	Urb. Los Portales de Cajamarquilla Mza. M3b Lote 4 - Huarochiri - Lima	947237045
Inversiones Ima Sumaq S.A.C	20601880793	Carretera Ayacucho-Andahuaylas S/N - Andrés A. Cáceres - Huamanga - Ayacucho	990902336
Dynse Reciclaje E.I.R.L.	20544837321	Asoc. Viv. Casa Huarta San Pedro Mz. G Lote 10 Av. Las Torres - Puente Piedra - Lima	(01) 5484472
Inversiones W.J.M. S.A.C.	20601119600	Av. Pedro Ruíz Gallo n° 137 B 1er y 2do piso más azotea - Ate - Lima - Lima	992920229
Recicladora Solari & Solari S.A.C.	20481342202	Av. La Marina Mza. C Lote. 18 Otr. Las Delicias - Moche - Trujillo - La Libertad	(044) 465365
Empresa Municipal Santiago de Surco S.A.- EMUSS S.A.	20502733851	Av. Los Castillos y Belisario Suarez - Surco - Lima	01 4777272/ 01 2479003

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos tenemos :

Tabla 8

Valores promedio de precio y toneladas de vidrio en el Perú

Precio promedio de compra	Toneladas promedio por mes	Toneladas promedio por año	Precio promedio de venta
S/0.12	71.99	768.80	S/0.21

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones del estudio

-Existe un alto stock de vidrio generado como residuo sólido en el país : para el año 2015 se generó 189 304.80 Tn; en el 2016 se generó 192 678.88 Tn; en el 2017 se generó 190 350.95 Tn; en el 2018 se generó 201 957.44 y en el 2019 se generó 229 447.24 Tn. Sin embargo en la actualidad se cuenta con muy pocas empresas autorizadas por el MINAM, que esten dedicadas a la recolección de vidrio, es por ello que se ha obtenido una muy baja oferta de toneladas de vidrio disponible para compra (768.80 Tn/año)

-El costo promedio de compra de vidrio equivalente a S/0.12 coincide aproximadamente con el costo indicado por Zamora y Meza (2017) en su investigación denominada “Percepción de la formalidad de la cadena de reciclaje de vidrio en Lima Zona Norte” en la que indica que el importe de compra en los centros de acopio se ha sostenido en 10 céntimos por kg desde hace más de 2 décadas.

-Los valores de toneladas promedio por mes y anuales no son representativas ya que Zamora y Meza (2017) obtienen en su investigación de acuerdo con la mayoría de los proveedores que entrevistaron, la cantidad de vidrio reciclado que mueven al mes varía entre 26 a 350 toneladas para la zona de Lima Norte.

-Existen 224 empresas que no pudieron ser contactadas y 51 empresas que no trabajan con vidrio, siendo un total de 275 empresas potencialmente a ingresar al mercado de vidrio reciclado.

-En este estudio se trabajó únicamente con empresas operadoras de residuos sólidos autorizadas por el MINAM, y sabiendo el amplio mercado de la informalidad presente en nuestro país se puede afirmar que existe una mayor oferta de vidrio reciclado.

-El precio promedio de venta por kg de vidrio reciclado (S/ 0.21), resulta ser muy competitivo para la producción de concreto, ya que es inferior al costo promedio por kg del cemento (S/ 0.56).

Recomendaciones del estudio

-De realizarse la tesis y obtener los resultados esperados, la aplicación del vidrio en la producción de concreto sería factible y sostenible en el tiempo, ya que ello incrementaría la demanda de vidrio reciclado en valores nunca antes vistos, generando más trabajo y promoviendo el reciclaje del vidrio.

2.1.3 La Nanosílice

2.1.3.1 Definición de Nanosílice.

La nanosílice es un material compuesto principalmente por SiO_2 , en partículas de tamaños manométricos, tiene propiedades puzolánicas que en adición al cemento hidratado desarrolla mejoras en sus características. Estas reacciones tienen espacio nada menos que en los poros más pequeños de la pasta de cemento, y en otros casos reduciendo el tamaño de los poros, esta es una versión mejorada de la muy empleada microsílice, y de otras adiciones minerales usadas en la producción de concretos de alto desempeño; este nuevo material no solo ha impactado con la fabricación de altas resistencias sino también mejora otras particularidades mecánicas del concreto incluyendo reducciones en el costo unitario de la piedra y en la salud de todo trabajador directo del concreto, pues estudios anteriores demostraron la alta toxicidad de la microsílice en la salud de los trabajadores de construcción que la empleaban.

2.1.3.2 Aplicaciones de la Nanosílice

GAIA Nanosílice por su elevado poder de fluidificación y sumado a la capacidad de favorecer la evolución de resistencias, sobre todo a edades muy tempranas, lo hace ideal para: Industria del hormigón prefabricado, pretensado, armado, pos tensado, hormigón Fast Track, hormigón

de Altas Prestaciones (AHR), hormigón ligero de baja densidad y todas las aplicaciones tradicionales de microsílíce. (Molina y Chara, 2017, pp. 40-41)

2.1.3.3 Propiedades físicas y químicas.

Al eliminar el total de la sílice en polvo en cualesquiera de sus alternativas y por su alta absorción de agua, nos permite eliminar superplastificantes y reducir al mínimo los reductores plastificantes. (Molina y Chara, 2017, p. 41)

- No contiene cloruros, ni ningún ingrediente promotor de la corrosión. Es utilizado sin problemas en hormigón armado y pretensando.
- Ideal para hormigones tipo “Fast Track”, a usar dentro de las 24 horas posteriores, con adecuadas dosificaciones.
- Hormigones de altas prestaciones: 70 MPa
- Aumenta en más del 50% la resistencia a la flexo- tracción. Evita en gran medida las eflorescencias.
- Dosificación recomendada: 0.8% a 1.2% (Según recomendación del fabricante)

Figura 16

Propiedades físicas y químicas de nanosílíce

<i>Propiedades Físicas y Químicas de Nanosilíce</i>	
Aspecto Físico	Líquido turbio ligeramente viscoso
Color	Cafe claro.
pH, 20° C	5,50 ± 1
Densidad, 20° C	1.064 ± 0.02 gr/ml.
Viscosidad 20° C	21 ± 2 sec. (C. Ford No. 4)
Contenido en cloruros	< 0,01%
Almacenamiento	Puede almacenarse durante 6 meses en su envase original cerrado, en lugar y protegido del sol, a temperaturas entre 5° y 35°.
Presentación	Bidón Plástico de 200 Kgs. Contenedor pallet de 1.000 Kg.
En caso de congelamiento del GAIA Nanosilíce puede ser utilizado si se descongela lentamente a temperatura de 20° C y se agita de forma intensa.	

Fuente: Tomado de Cuadro 2.3 (p. 41), Molina y Chara, 2017, Tesis “Influencia de la adición de nanosílice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa”.

2.1.3.4 Ventajas de la nanosílice. (Molina y Chara, 2017, p. 42)

- Gran poder plastificante y reductor de agua (No necesita la adición de plastificantes de alto rango).
- No daña al medio ambiente ni a los trabajadores (Silicosis), ya que está en estado líquido.
- Concretos con buena trabajabilidad.
- Concretos con alta resistencia inicial y final para una mejor capacidad estructural.
- Menor costo por obra.
- No requiere el uso de mascarillas especializadas.
- Fácil almacenamiento ya que no ocupa mucho volumen.
- Evita la formación de cangrejas en el concreto.
- Disminuye el contenido de aire de la mezcla.
- Permite reducir las dimensiones de los elementos estructurales y optimizar el espacio disponible.

2.1.3.5 Desventajas de la nanosílice. (Molina y Chara, 2017, p. 42)

- Requiere un buen control de curado.
- Cualquier adición de agua, cemento alterará su diseño.
- Requiere de un estricto control de dosificación, ya que se usa en poca cantidad.

2.1.3.6 Uso de la nanosílice en el mercado peruano.

No se ha encontrado información y usos de la nanosílice en el mercado peruano, la empresa ULMEN es una de las empresas distribuidoras del material, quienes brindan

seminarios y entrevistas en el Colegio de Ingenieros del Perú y otras instituciones de renombre para fomentar un mayor empleo de la nanotecnología en el concreto.

2.1.3.7 Comparativo de costo de aditivos para concretos de alta resistencia

Se desarrolló un cuadro comparativo entre aditivos producidos a base de nanosílice y de otro lado aditivos usados actualmente en el mercado por empresas concreteras. Para identificar los aditivos usados en concreto de alta resistencia se partió de 2 diseños de mezcla pertenecientes a UNICÓN y CONCREMAX respectivamente, los cuales son mostrados en el **ANEXO A** Diseños de mezcla de concretos de alta resistencia. Se podrá apreciar en estos diseños que se hace uso de 2 a 3 aditivos diferentes , lo que se ha tomado en cuenta para el cálculo de costos es la suma de todos los aditivos participantes según el diseño . Se podrán encontrar todas las cotizaciones utilizadas en el **ANEXO B** Cotizaciones de aditivos para concreto.

A continuación se muestra el comparativo de propiedades y costos de aditivos para concreto de alta resistencia.

Tabla 9

Comparativo de propiedades y costos de aditivos para concreto de alta resistencia

Diseño	Aditivo	Propiedades	Und	P.U	Costo en conjunto
Tesista	GAIA Nanosílice	Concreto de altas resistencias / Aditivo superplastificante de alto rango	kg	S/ 8.50	S/ 8.50
Libre	GAIA Nanosílice R-2020	Reductor de Agua de Alto Rango / Hiperplastificante de alto poder	kg	S/ 9.00	S/ 9.00
CONCREMAX	MasterRheobuild 1202/ 1000 / 1003	Aditivo superplastificante / reductor de agua	litros	S/ 6.40	S/ 12.10
CONCREMAX	MasterRheobuild 2110 / 2015	Aditivo superplastificante de alto rango y retardante de fraguado	litros	S/ 5.70	

UNICON	MasterRheobuild 1202	Aditivo superplastificante / reductor de agua	litros	S/ 6.40	
UNICON	Masterset R800	Retardante inicial, reductor de agua de medio rango	litros	S/ 3.00	S/ 15.10
UNICON	MasterRheobuild 2015	Aditivo superplastificante de alto rango y retardante de fraguado	litros	S/ 5.70	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los costos unitarios de los aditivos producidos a base de nanosílice son inferiores con respecto a los costos en conjunto de los aditivos utilizados actualmente por las concreteras más reconocidas del país.

III. METODO

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, nivel de investigación explicativo y diseño cuasi-experimental; se realizarán ensayos de laboratorios con porcentajes experimentales para posteriormente evaluar el cambio que sufren las variables dependientes en función de las variaciones de las variables independientes, con estos resultado se podrá validar la hipótesis.

3.2 Ámbito temporal y espacial

La investigación se desarrolla en la ciudad de Lima-Perú siendo Diciembre del año 2021. Los ensayos fueron realizados en el laborotario JBO INGENIEROS ubicado en el distrito de Ate Vitarte, Lima.

3.3 Variables

3.3.1 Variables de estudio

Variable Independiente: % vidrio molido y % nanosílice

Variable Dependiente: Características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia

3.3.2 Operacionalización de variables:

Tabla 10

Operacionalización de variables

Variable	Indicador	Medición
V. Independiente	% de vidrio molido y % de nanosílice	%
V. Dependiente 1	Temperatura	C°
V. Dependiente 2	Asentamiento	pulgadas
V. Dependiente 3	Peso Unitario	Kg/m ³
V. Dependiente 4	Contenido de Aire	%

V. Dependiente 5	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²
V. Dependiente 6	Costo unitario	S/. / m ³

Fuente: Elaboración propia

3.4 Población y muestra

La población y muestra es la misma, se elaborará un total de 60 probetas de 4"x8", de las cuales 12 probetas corresponden al grupo de control del diseño del concreto de alta resistencia sin adición de vidrio y nanosílice (concreto patrón); las otras 48 probetas corresponden al grupo de prueba de 4 diseños de mezcla con adición de vidrio y nanosílice en reemplazo del cemento. El cálculo del número total de probetas de ensayo se visualiza a continuación:

Tabla 11

Cálculo de probetas de concreto

Item	Concreto	Grupo	N° Probetas				Parcial (und)
			3 Días	7 Días	14 Días	28 Días	
1	Patrón	Control	3	3	3	3	12
2	5% VIDRIO Y 1% NANOSÍLICE	Experimental	3	3	3	3	12
3	5% VIDRIO Y 0.8% NANOSÍLICE		3	3	3	3	12
4	3% VIDRIO Y 1% NANOSÍLICE		3	3	3	3	12
5	3% VIDRIO Y 0.8% NANOSÍLICE		3	3	3	3	12
TOTAL							60

Fuente: Elaboración propia

3.5 Instrumentos

3.5.1 Instrumentos metodológicos o de recolección de datos

Según Hernández (2014), un instrumento es aquel recurso que registra información o datos reales sobre las variables de estudio que el investigador tiene en mente. Se determinó el uso de fichas técnicas como instrumento para esta investigación, estas fichas serán por cada variable de estudio. A continuación se enumeran los instrumentos:

- Ficha Técnica N°01 – Variable 1 : Temperatura
- Ficha Técnica N°02 – Variable 2 : Asentamiento
- Ficha Técnica N°03 – Variable 3 : Peso Unitario
- Ficha Técnica N°04 – Variable 4 : Contenido de aire
- Ficha Técnica N°05 – Variable 5 : Resistencia a la compresión
- Ficha Técnica N°06 – Variable 6 : Costo unitario

3.5.2 Validación de los instrumentos

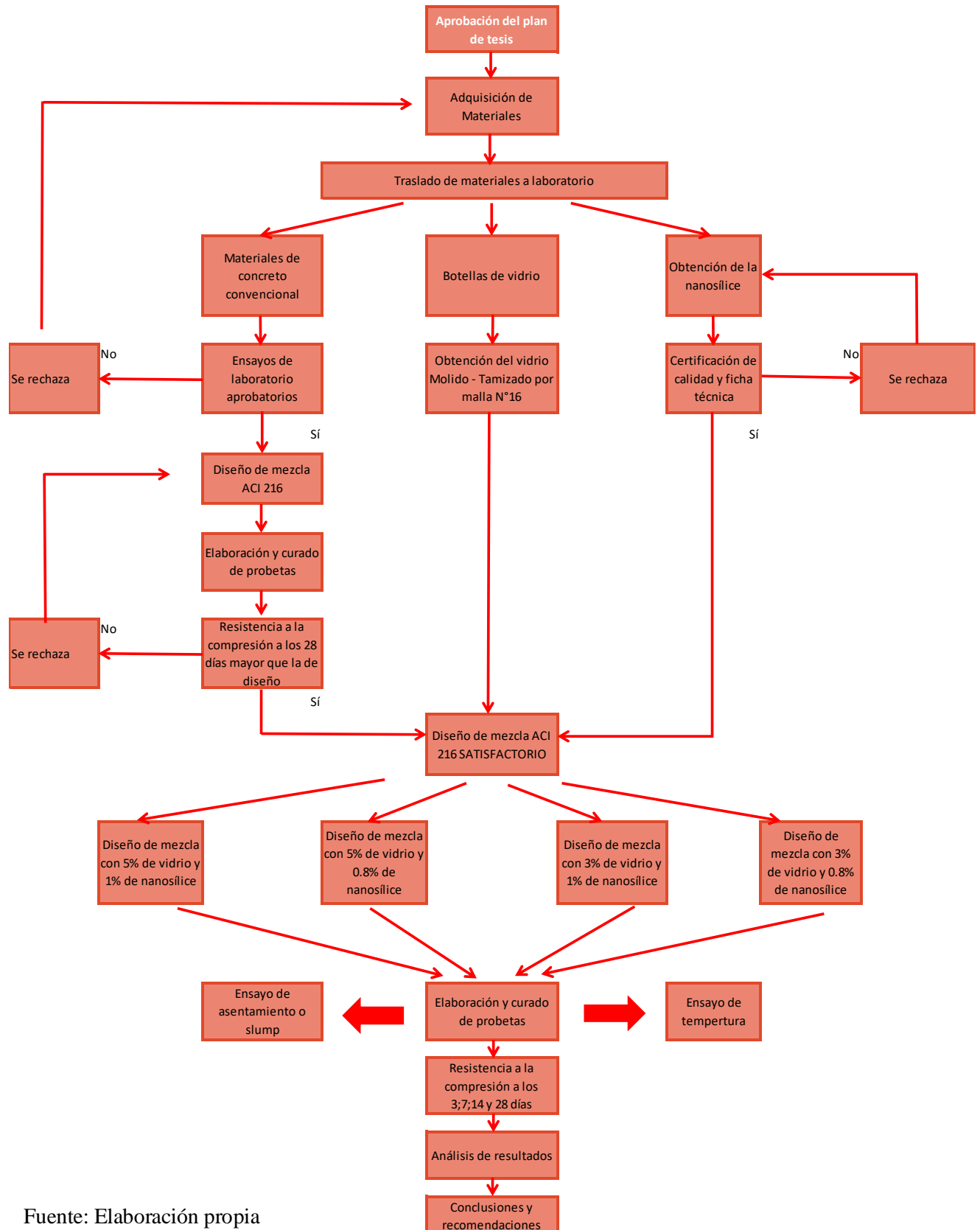
La validación de los instrumentos se realizó mediante el juicio de expertos, las fichas técnicas fueron revisadas y validadas por 3 profesionales expertos en la materia de estudio, quienes evaluaron cada ficha con un puntaje de 0 al 1, habiendo obtenido un valor promedio mayor de 0,5 para poder ser validada.

3.6 Procedimientos

El procedimiento para la ejecución de la investigación se realizará según se muestra en el siguiente diagrama de flujo de trabajo:

Figura 17

Diagrama de flujo de trabajo de Tesis



Fuente: Elaboración propia

3.6.1 Ensayos para el control de los materiales para concreto

A continuación se indica la lista de ensayos de laboratorio realizados en los agregados empleados en la producción del concreto patrón y concreto con adición de vidrio y nanosílice, ver el detalle en el siguiente cuadro:

Tabla 12

Ensayos de laboratorio para agregado grueso y fino

Material	Ensayo
Agregado Fino	Análisis Granulométrico
	Absorción y Peso Específico
	Peso Unitario (Suelto y Varillado)
	Contenido de Humedad
	Desgaste por Abrasión
Agregado Grueso	Análisis Granulométrico
	Absorción y Peso Específico
	Peso Unitario (Suelto y Varillado)
	Contenido de Humedad

Fuente: Elaboración propia

Para el cemento a empleado en la investigación se verificó la ficha técnica del proveedor de cemento, cumpliendo la normativa vigente. Se utilizó los datos de esta ficha para el diseño de mezcla.

Con respecto al agua, se empleó el agua potable proveniente de la red pública administrada por Sedapal.

3.6.1.1 Ensayos del agregado fino

A. Granulometría

Tabla 13

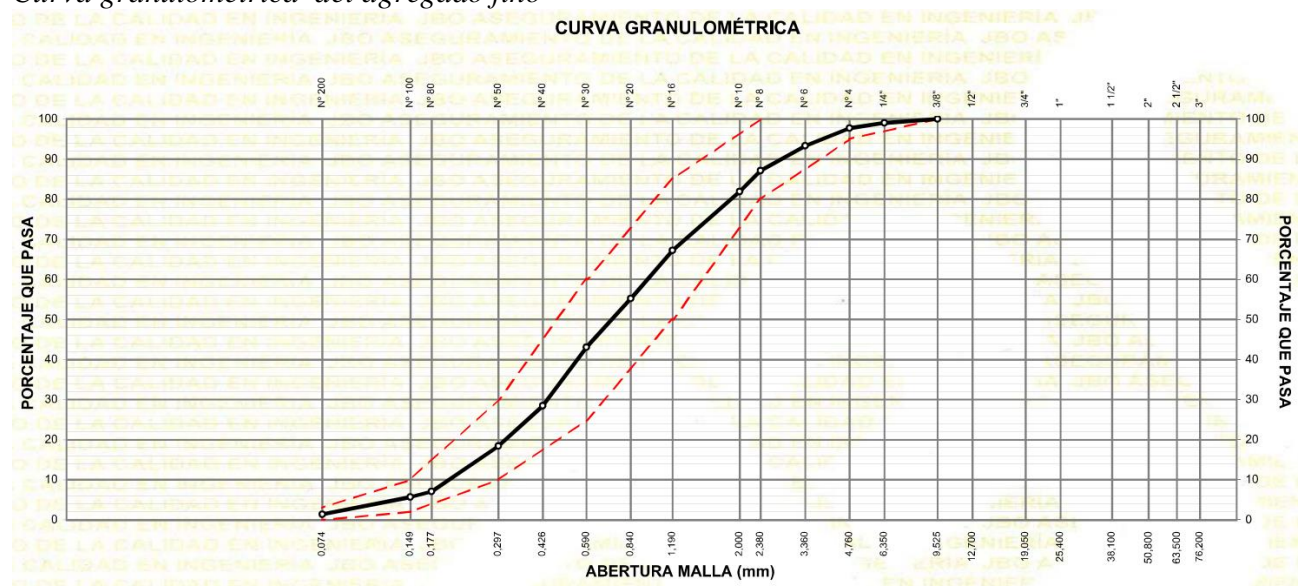
Granulometría del agregado fino

MALLAS		PESO RETEN. (g)	RETEN. PARCIAL (%)	RETEN. ACUM. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES TECNICAS (Tabla 1 NTP 400.037)	
SERIE AM.	ABERTURA (mm)						
3/8"	9.500				100.0	100.0	100.0
1/4"	6.250	6.3	1.0	1.0	99.0		
N° 4	4.750	8.1	1.3	2.3	97.7	95.0	100.0
N° 6	3.350	27.5	4.4	6.7	93.3		
N° 8	2.360	38.8	6.2	12.9	87.1	80.0	100.0
N° 10	2.000	32.5	5.2	18.1	81.9		
N° 16	1.180	91.9	14.7	32.8	67.2	50.0	85.0
N° 20	0.850	75.0	12.0	44.8	55.2		
N° 30	0.600	75.7	12.1	56.9	43.1	25.0	60.0
N° 40	0.425	91.3	14.6	71.5	28.5		
N° 50	0.300	63.2	10.1	81.6	18.4	10.0	30.0
N° 80	0.177	70.7	11.3	92.9	7.1		
N° 100	0.150	8.8	1.4	94.3	5.7	2.0	10.0
N° 200	0.075	26.9	4.3	98.6	1.4		3.0
-200	MTC E 202	8.8	1.4	100.0	--		

Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

B. Modulo de fineza

$$MF = \frac{\sum \% \text{ret. ac.} \left(\begin{array}{l} 3'' + 1\frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' \\ + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 \\ + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 \\ + N^{\circ}50 + N^{\circ}100 \end{array} \right)}{100}$$

MÓDULO DE FINEZA
ASTM C 125
2.808

C. Peso específico y absorción

Tabla 14

Peso específico y absorción del agregado fino

DESCRIPCIÓN		AGREGADO FINO
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	300
Peso fiola + H2O	(g)	666.6
Peso fiola + H2O + material	(g)	966.6
Peso fiola + H2O + material saturado y superficie seca	(g)	853.9
Volumen sólidos + volumen de vacíos	(cm ³)	112.7
Peso material seco a 105 °C	(g)	297.9
Volumen de sólidos	(cm ³)	110.6
Peso bulk base seca	(g/cm³)	2.643
Peso bulk base saturada	(g/cm³)	2.662
Peso aparente base seca	(g/cm³)	2.693
Absorción	(%)	0.7

Fuente: Elaboración propia

D. Peso unitario (suelto y compactado)

Volumen del molde – (cm³): 2788.4

Peso del molde - (g): 2753

Peso específico Bulk Seco del agregado fino (g/cm³): 2.643

Tabla 15

Peso unitario suelto del agregado fino

CONDICIÓN SUELTA		
Peso muestra + molde	Peso de la muestra	Peso Unitario
(g)	(g)	(g/cm³)
6770	4017	1.441
6772	4019	1.441
6773	4020	1.442
Promedio		1.441
Peso Unitario Suelto (kg/m³)		1441
Vacíos (%)		45.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Peso unitario compactado del agregado fino

CONDICIÓN COMPACTADA		
Peso muestra + molde	Peso de la muestra	Peso Unitario
(g)	(g)	(g/cm³)
7379	4626	1.659
7378	4625	1.659
7378	4625	1.659
Promedio		1.659
Peso Unitario Compactado (kg/m³)		1659
Vacíos (%)		37.1

Fuente: Elaboración propia

E. Contenido de humedad

Tabla 17

Contenido de humedad del agregado fino

Peso del suelo húmedo (g)	643.7
Peso del suelo seco (g)	625.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.94

Fuente: Elaboración propia

3.6.1.2 Ensayos del agregado grueso

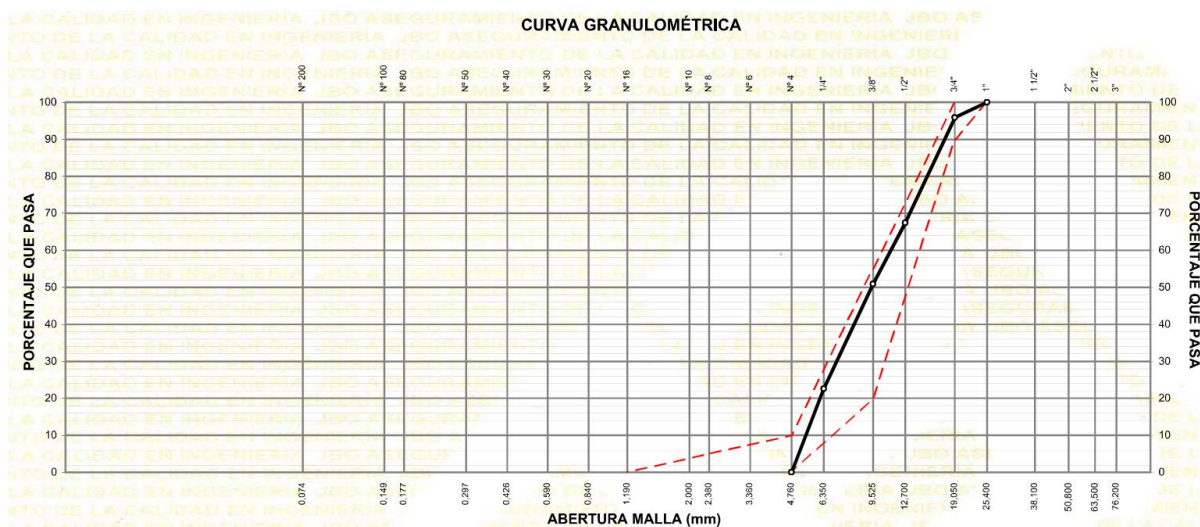
A. Granulometría

Tabla 18

Granulometría del agregado grueso

SERIE	MALLAS	PESO RETEN. (g)	RETEN. PARCIA L (%)	RETEN. ACUM. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONE S TECNICAS (Tabla 4 NTP 400.037).	
	ABERTUR A (mm)						
AM.							
1"	25.000				100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000	209.0	4.1	4.1	95.9	90.0	100.0
1/2"	12.500	1452.5	28.5	32.6	67.4		
3/8"	9.500	840.9	16.5	49.1	50.9	20.0	55.0
1/4"	6.250	1442.3	28.3	77.4	22.6		
N° 4	4.750	1151.8	22.6	100.0	0.0		10.0
N° 6	3.350						
N° 8	2.360						5.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 19*Curva granulométrica del agregado grueso*

Fuente: Elaboración propia

B. Tamaño máximo Nominal (TMN)

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

C. Peso específico y absorción**Tabla 19***Peso específico y absorción del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN		AGREGADO GRUESO
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	4210
Peso material saturado y superficie seca (en agua)	(g)	2766.2
Volumen sólidos + volumen de vacíos	(cm ³)	1443.8
Peso material seco a 105 °C	(g)	4188.2
Volumen de sólidos	(cm ³)	1422.0
Peso bulk base seca	(g/cm³)	2.901
Peso bulk base saturada	(g/cm³)	2.916
Peso aparente base seca	(g/cm³)	2.945
Absorción	(%)	0.52

Fuente: Elaboración propia

D. Peso unitario (suelto y compactado)

Volumen del molde – (cm³): 14017.4

Peso del molde - (g): 9796

Peso específico Bulk Seco del agregado grueso (g/cm³): 2.901

Tabla 20

Peso unitario suelto del agregado grueso

CONDICIÓN SUELTA		
Peso muestra + molde	Peso de la muestra	Peso Unitario
(g)	(g)	(g/cm³)
31480	21684	1.547
31480	21684	1.547
31470	21674	1.546
Promedio		1.547
Peso Unitario Suelto (kg/m³)		1547
Vacíos (%)		46.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Peso unitario compactado del agregado grueso

CONDICIÓN COMPACTADA		
Peso muestra + molde	Peso de la muestra	Peso Unitario
(g)	(g)	(g/cm³)
34130	24334	1.736
34135	24339	1.736
34130	24334	1.736
Promedio		1.736
Peso Unitario Compactado (kg/m³)		1736
Vacíos (%)		40

Fuente: Elaboración propia

E. Contenido de humedad

Tabla 22*Contenido de humedad del agregado grueso*

Peso del suelo húmedo (g)	5106.3
Peso del suelo seco (g)	5096.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.19

Fuente: Elaboración propia

D. Abrasión Los Angeles (Desgaste de los agregados de tamaño menores de 37.5mm)**Tabla 23***Desgaste por abrasión del agregado grueso*

DATOS DEL ENSAYO	PROCESO DEL ENSAYO	RESULTADO (% DE PÉRDIDAS)
Tamaño máximo nominal: 3/4"	Peso seco inicial lavado (g): 5000	10
Gradación "A"	Peso seco final tamizado (g): 4503	
Número de esferas : 12		

Fuente: Elaboración propia

3.6.1.3 Resumen de los resultados de los ensayos realizados a los agregados**Tabla 24***Resumen de los ensayos del agregado fino y grueso*

ENSAYOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
M. DE FINEZA	2.808	-
TMN	-	3/4"
PESO ESPECIFICO (Kg/m ³)	2.693	2945
ABSORCIÓN (%)	0.7	0.52
P.U. S.(Kg/m ³)	1441	1547
P.U. C.(Kg/m ³)	1659	1736
HUMEDAD %	2.94	0.19
ABRASIÓN LOS ANGELES (%)	-	10%

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Preparación de vidrio molido

Se recolectó diferentes tipos de botellas de vidrio en su mayoría medianas y de color transparente como se puede ver en la Figura 20 ; se procedió a limpiar las etiquetas y posterior lavado con detergente (Figura 21), se esperó 1 día para que puedan secar.

Figura 20

Recolección de botellas



Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Lavado de botellas



Fuente: Elaboración propia

Posterior al secado, se apisonó las botellas en sacos de arroz (Figura 22) procurando no desparramar el material; se trituró hasta quedar como en la Figura 23.

Figura 22

Trituración de botellas



Figura 23

Vidrio triturado



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

El vidrio triturado fue llevado a las instalaciones de la empresa BUREAU VERITAS (Figura 24), para ser molido en su maquina pulverizadora, se hace agradecimiento a esta empresa por el apoyo a esta investigación ya que el servicio fue gratuito. El material entregado fue el pasante de la malla N°16 (Figura 25). Con este material es que se trabajó para adicionar a los 4 diseños de mezcla del presente trabajo de investigación.

Figura 24

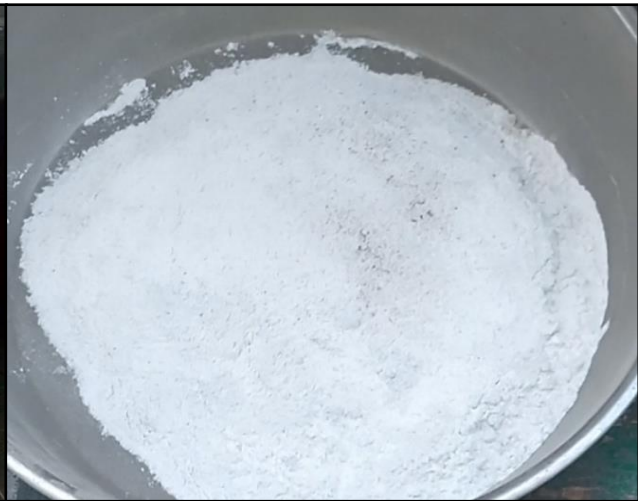
Tesista en BUREAU VERITAS



Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Vidrio molido pasante de la malla N°16



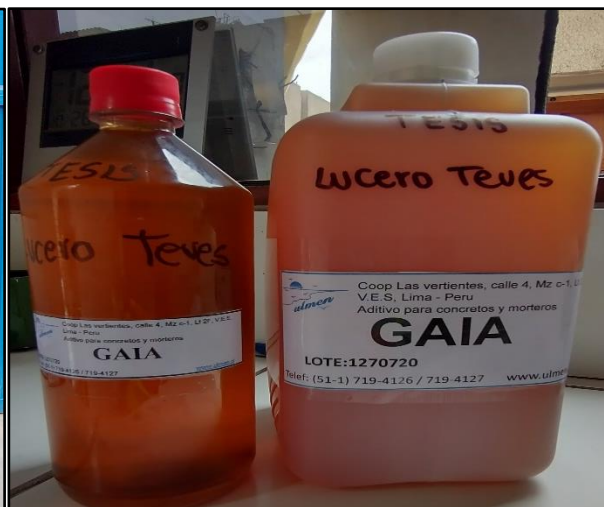
Fuente: Elaboración propia

3.6.3 Obtención de GAIA Nanosílice

El aditivo para concreto compuesto por Nanosílice Líquida, fue donada por la empresa ULMEN , se hace un agradecimiento especial por el apoyo a la presente investigación.

Figura 26*Tesista en ULMEN*

Fuente: Elaboración propia

Figura 27*GAIA Nanosílice*

Fuente: Elaboración propia

3.6.4 *Peso unitario compactado máximo de la combinación de agregados*

Se a empleado el ensayo de peso unitario compactado máximo de la combinación de agregados para obtener los porcentajes más optimos de agregados para el diseño de mezcla base. A continuación los datos:

Volumen del molde – (cm³): 14017

Peso del molde - (g): 9796

Tabla 25*Combinación de agregados N°01*

N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO 40%	
		AGREGADO FINO 60%	
	Peso muestra + molde	Peso de la muestra	Peso Unitario
	(g)	(g)	(g/cm ³)
1	32771	22975	1.639
2	32775	22979	1.639
3	32780	22984	1.640
	Promedio		1.639
	Peso Unitario Compactado (kg/m³)		1639

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26*Combinación de agregados N°02*

N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO	45%
		AGREGADO FINO	55%
	Peso muestra + molde	Peso de la muestra	Peso Unitario
	(g)	(g)	(g/cm ³)
1	33149	23353	1.666
2	33158	23362	1.667
3	33160	23364	1.667
Promedio			1.666
Peso Unitario Compactado (kg/m³)			1666

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27*Combinación de agregados N°03*

N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO	50%
		AGREGADO FINO	50%
	Peso muestra + molde	Peso de la muestra	Peso Unitario
	(g)	(g)	(g/cm ³)
1	33520	23724	1.693
2	33540	23744	1.694
3	33538	23742	1.694
Promedio			1.693
Peso Unitario Compactado (kg/m³)			1693

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28*Combinación de agregados N°04*

N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO	55%
		AGREGADO FINO	45%

	Peso muestra + molde	Peso de la muestra	Peso Unitario
	(g)	(g)	(g/cm3)
1	33696	23900	1.705
2	33693	23897	1.705
3	33697	23901	1.705
Promedio			1.705
Peso Unitario Compactado (kg/m3)			1705

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Combinación de agregados N°05

N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO	60%
		AGREGADO FINO	40%
	Peso muestra + molde	Peso de la muestra	Peso Unitario
	(g)	(g)	(g/cm3)
1	33577	23781	1.697
2	33580	23784	1.697
3	33582	23786	1.697
Promedio			1.697
Peso Unitario Compactado (kg/m3)			1697

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Combinación de agregados N°06

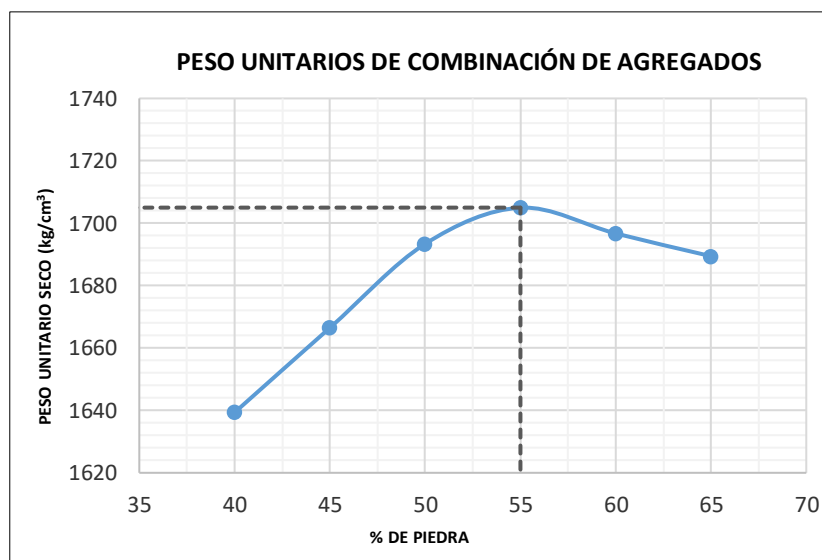
N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO	65%
		AGREGADO FINO	35%
	Peso muestra + molde	Peso de la muestra	Peso Unitario
	(g)	(g)	(g/cm3)
1	33474	23678	1.689
2	33480	23684	1.69
3	33478	23682	1.689
Promedio			1.689
Peso Unitario Compactado (kg/m3)			1689

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la gráfica (Figura 28) construída con las 6 combinaciones de agregados realizadas anteriormente, de donde se observa que la mejor combinación de agregados es la conformada por el 55% de agregado grueso y 45% de agregado fino.

Figura 28

Gráfica de peso unitarios de combinación de agregados



Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Combinación de agregados con el máximo peso unitario compactado

Peso Unitario Seco Máximo (kg/m³)		1705
Óptimo % de mezcla de Agregados	AGREGADO GRUESO	55%
	AGREGADO FINO	45%

Fuente: Elaboración propia

3.6.5 Diseños de mezcla

3.6.5.1 Diseño de mezcla base

Se realizó 1 único diseño base por el método ACI (Comité 211), los datos de entrada son los siguientes:

Resistencia $f'c$:	420 kg/cm ²	Asentamiento ("):	4 pulg
Relación agua/cemento (a/c):	0.35	Cemento :	SOL tipo I
Peso específico del cemento:	3.11 kg/cm ³		

Tabla 32

Características de los agregados

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
Peso Específico Bulk Base Seca	(g/cm ³)	2.643	2.901
Peso Unitario Suelto Seco	(kg/m ³)	1441	1547
Peso Unitario Seco Compactado	(kg/m ³)	1659	1736
Absorción	(%)	0.7	0.52
Contenido de Humedad	(%)	2.94	0.19
Módulo de Fineza		2.81	--
Tamaño Máximo Nominal	(Pulg.)	--	3/4

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de entrada y aplicando el método ACI se obtuvieron los valores del diseño de mezcla base:

Tabla 33

Diseño de mezcla base en seco– DISEÑO PATRÓN

Pesos por M3 de concreto	Proporciones		
	En peso	En volumen	
Cemento	723 kg	1.00 (bol.)	1
Agregado Fino	588 kg	34.58 (kg./bol.)	0.85
Agregado Grueso	789 kg	46.40 (kg./bol.)	1.06
Agua	253 litros	14.88 (litros/bol.)	14.88 (litros/bol.)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34*Diseño de mezcla base corregido por humedad– DISEÑO PATRÓN*

Pesos por m ³ de concreto	Proporciones		
	En peso	En volumen	
Cemento	723 kg	1.00 (bol.)	1
Agregado Fino	606 kg	35.60 (kg./bol.)	0.85
Agregado Grueso	791 kg	46.48 (kg./bol.)	1.06
Agua	242 litros	14.25 (litros/bol.)	14.25 (litros/bol.)

Fuente: Elaboración propia

3.6.5.2 Diseños de mezcla con adición de vidrio molido y nanosílice

Para los diseños con adición de vidrio y nanosílice se trabajó con los siguientes porcentajes, según la siguiente tabla y se usará esta codificación para los posteriores gráficos .

Tabla 35*Identificación de % diseños de mezcla con adición de vidrio y nanosílice*

Diseño	Código	% de Adición	
Diseño 1	D-1	3% Vidrio	0.8% Nanosilice
Diseño 2	D-2	3% Vidrio	1% Nanosilice
Diseño 3	D-3	5% Vidrio	0.8% Nanosilice
Diseño 4	D-4	5% Vidrio	1% Nanosilice

Fuente: Elaboración propia

Los diseños de mezcla con adición tienen como base el diseño inicial, sin embargo la variación realizada es que se ha disminuido los pesos del cemento en función del porcentaje % de reemplazo de vidrio y nanosílice, todos los demás valores se mantienen. A continuación se muestran los valores :

Tabla 36*Diseño de mezcla con 3% de vidrio y 0.8% de nanosílice– DISEÑO 1*

Pesos para mezcla patrón			Pesos para mezcla con adicionantes (vidrio molido y nanosílice)		
por m3 de concreto			por m3 de concreto		
Cemento	100%	723 kg	Cemento	96.20%	695 kg
			Vidrio molido	3.00%	22 kg
			Nanosílice (líquido)	0.80%	6 kg
Agregado fino		606 kg	Agregado fino		606 kg
Agregado grueso		791 kg	Agregado grueso		791 kg
Agua		242 litros	Agua		242 litros

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37*Diseño de mezcla con 3% de vidrio y 1% de nanosílice– DISEÑO 2*

Pesos para mezcla patrón			Pesos para mezcla con adicionantes (vidrio molido y nanosílice)		
por m3 de concreto			por m3 de concreto		
Cemento	100%	723 kg	Cemento	96.00%	694 kg
			Vidrio molido	3.00%	22 kg
			Nanosílice (líquido)	1.00%	7 kg
Agregado fino		606 kg	Agregado fino		606 kg
Agregado grueso		791 kg	Agregado grueso		791 kg
Agua		242 litros	Agua		242 litros

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38*Diseño de mezcla con 5% de vidrio y 0.8% de nanosílice– DISEÑO 3*

Pesos para mezcla patrón			Pesos para mezcla con adicionantes (vidrio molido y nanosílice)		
por m3 de concreto			por m3 de concreto		
Cemento	100%	723 kg	Cemento	94.20%	681 kg
			Vidrio molido	5.00%	36 kg
			Nanosílice (líquido)	0.80%	6 kg
Agregado fino		606 kg	Agregado fino		606 kg
Agregado grueso		791 kg	Agregado grueso		791 kg
Agua		242 litros	Agua		242 litros

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39*Diseño de mezcla con 5% de vidrio y 1% de nanosílice– DISEÑO 4*

Pesos para mezcla patrón			Pesos para mezcla con adicionantes (vidrio molido y nanosílice)		
por m3 de concreto			por m3 de concreto		
Cemento	100%	723 kg	Cemento	94.00%	679 kg
			Vidrio molido	5.00%	36 kg
			Nanosílice (líquido)	1.00%	7 kg
Agregado fino		606 kg	Agregado fino		606 kg
Agregado grueso		791 kg	Agregado grueso		791 kg
Agua		242 litros	Agua		242 litros

Fuente: Elaboración propia

3.6.6 Ensayos para el control de concreto en estado fresco

Los ensayos realizados son:

Tabla 40*Ensayos de laboratorio – control de concreto en estado fresco*

Diseño		Ensayo
Patrón		Temperatura
		Asentamiento
		Peso Unitario
		Contenido de aire
3% Vidrio	0.8% Nanosilice	Temperatura
		Asentamiento
		Peso Unitario
		Contenido de aire
3% Vidrio	1% Nanosilice	Temperatura
		Asentamiento
		Peso Unitario
		Contenido de aire
5% Vidrio	0.8Nanosilice	Temperatura
		Asentamiento
		Peso Unitario
		Contenido de aire
5% Vidrio	1% Nanosilice	Temperatura
		Asentamiento
		Peso Unitario
		Contenido de aire

Fuente: Elaboración propia

3.6.7 Ensayos para el control de concreto en estado endurecido

Los ensayos a realizarse como control de concreto en estado endurecido a los 3; 7; 14 y 28 días, que serán evaluados posteriormente se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 41

Ensayos de laboratorio – control de concreto en estado endurecido

Diseño	Ensayo	Edad (días)	N° de Probetas
Patrón	Resistencia a la compresión	3	3
		7	3
		14	3
		28	3
3% Vidrio 0.8% Nanosilice	Resistencia a la compresión	3	3
		7	3
		14	3
		28	3
3% Vidrio 1% Nanosilice	Resistencia a la compresión	3	3
		7	3
		14	3
		28	3
5% Vidrio 0.8% Nanosilice	Resistencia a la compresión	3	3
		7	3
		14	3
		28	3
5% Vidrio 1% Nanosilice	Resistencia a la compresión	3	3
		7	3
		14	3
		28	3

Fuente: Elaboración propia

3.7 Análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva como técnica de análisis e interpretación de la información, el cual se realizó mediante los análisis de contenido descriptivo de los gráficos y tablas generados en el procesamiento de la información. Es así que mediante estos gráficos y tablas, en hojas de cálculo Excel, se logró analizar el desempeño del concreto de alta resistencia con adición de vidrio y nanosilice en reemplazo en peso del cemento realizado en base a los

ensayos en estado fresco y endurecido de los diseños de mezcla; y a su vez comparar dicho concreto en base a su concreto patrón de control realizado.

Siendo así posible la comprobación de la hipótesis planteada, para obtener las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

IV. RESULTADOS

4.1 Ensayos de concreto en estado fresco

Se pueden revisar los cálculos de los resultados de cada uno de los ensayos por diseño en el ANEXO E.

4.1.1 Temperatura

Son los resultados de la temperatura tomada inmediatamente después de realizar cada mezcla para cada diseño, para calcularla se vertió la mezcla recién hecha en un buggy y se muestreo en 3 puntos diferentes del buggy.

Tabla 42

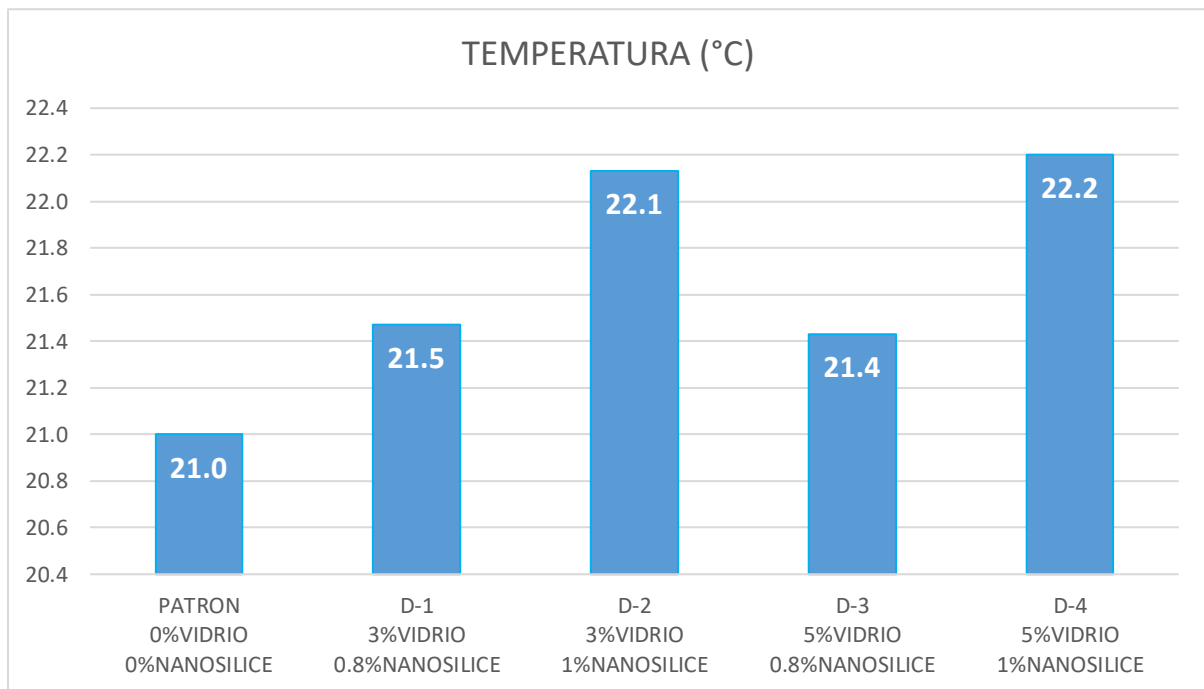
Temperatura promedio en estado fresco por diseño realizado

Diseño	Temperatura (C°)	Promedio (C°)
Patrón	21	
0% Vidrio	21	21.0
0% Nanosilice	21	
D-1	21.4	
3% Vidrio	21.5	21.5
0.8% Nanosilice	21.5	
D-2	22.2	
3% Vidrio	22.1	22.1
1% Nanosilice	22.1	
D-3	21.4	
5% Vidrio	21.5	21.4
0.8% Nanosilice	21.4	
D-4	22.2	
5% Vidrio	22.3	22.2
1% Nanosilice	22.1	

Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Temperatura promedio en estado fresco por diseño realizado



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según se observa en la Tabla 42 y en la Figura 29 se tiene que con la adición de vidrio molido y nanosílice en los distintos diseños, la temperatura del concreto se incrementó en relación al concreto patrón. Teniendo para el diseño D-1 un incremento del 2.4% respecto del patrón; para el diseño D-2 un incremento del 5.2% respecto del patrón; para el diseño D-3 un incremento del 1.9% respecto del patrón y para el diseño D-4 un incremento del 5.7% respecto del patrón, este aumento se debe a la temperatura individual de los materiales (vidrio molido y nanosílice) y al aumento de calor de hidratación liberado por el cemento con estos materiales añadidos.

Contrastación de la hipótesis: Se acepta la hipótesis porque el empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la temperatura de un concreto de alta resistencia.

4.1.2 Asentamiento

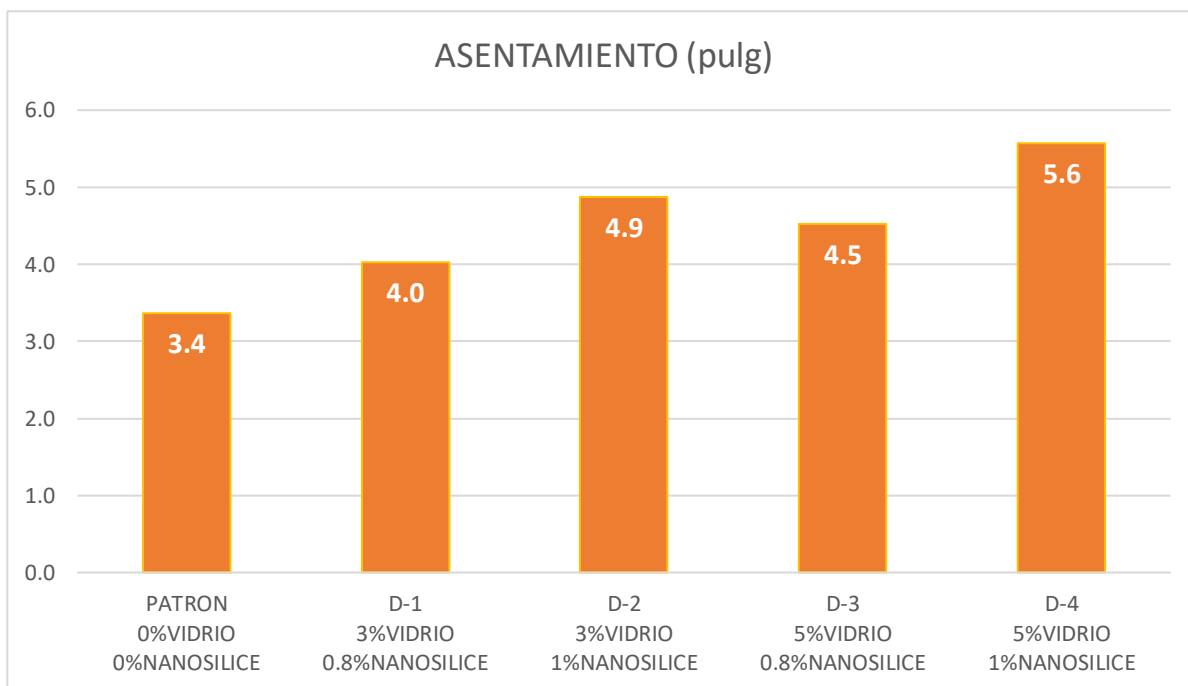
Se realizó el ensayo de asentamiento o también llamado slump a cada diseño de mezcla, el resultado es el promedio de 3 ensayos consecutivos realizados por diseño de mezcla trabajado.

Tabla 43

Asentamiento promedio por diseño realizado

Diseño	Asentamiento (pulgadas)	Promedio (pulgadas)
Patrón	3.4	3.4
0% Vidrio	3.3	
0% Nanosilice	3.4	
D-1	4	4.0
3% Vidrio	4	
0.8% Nanosilice	4.1	
D-2	4.9	4.9
3% Vidrio	4.9	
1% Nanosilice	4.8	
D-3	4.5	4.5
5% Vidrio	4.6	
0.8% Nanosilice	4.5	
D-4	5.6	5.6
5% Vidrio	5.5	
1% Nanosilice	5.6	

Fuente: Elaboración propia

Figura 30*Asentamiento promedio por diseño realizado*

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según se observa en la Tabla 43 y en la Figura 30 se tiene que con la adición de vidrio molido y nanosílice en los distintos diseños, el asentamiento del concreto se incrementó en relación al concreto patrón. Teniendo para el diseño D-1 un incremento del 17.6% respecto del patrón; para el diseño D-2 un incremento del 44.1% respecto del patrón; para el diseño D-3 un incremento del 32.4% respecto del patrón y para el diseño D-4 un incremento del 64.7% respecto del patrón, este aumento es gracias a la nanosílice ya que el aditivo (GAIA nanosílice) según indica su ficha técnica tiene un elevado poder de fluidificación, es un reductor de agua y plastificante de alto rango.

Contrastación de la hipótesis: Se acepta la hipótesis porque el empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta el asentamiento de un concreto de alta resistencia.

4.1.3 *Peso unitario*

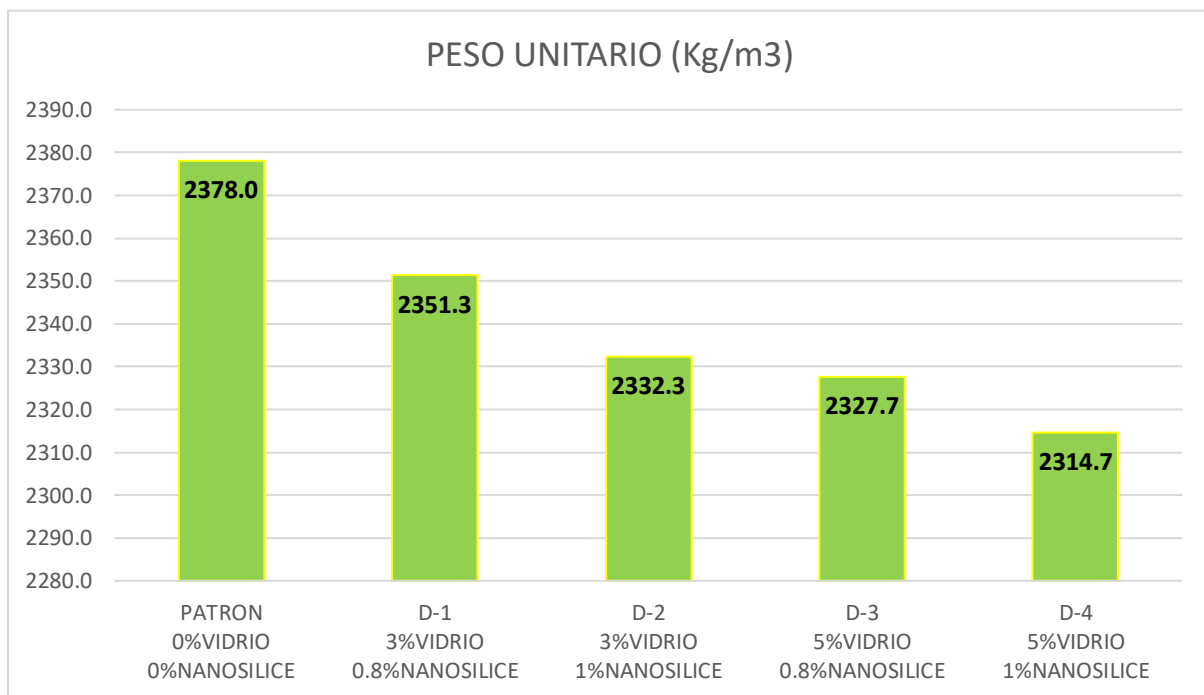
Son los resultados de peso unitario tomado despues de realizar cada mezcla para cada diseño, para calcularla se vertió la mezcla en el molde de peso unitario, se realizó 3 veces el ensayo por cada diseño de mezcla y se obtuvo el promedio.

Tabla 44

Peso unitario promedio por diseño realizado

Diseño	Peso Unitario (Kg/m3)	Promedio (Kg/m3)
Patrón	2380	
0% Vidrio	2376	2378.0
0% Nanosilice	2378	
D-1	2350	
3% Vidrio	2352	2351.3
0.8% Nanosilice	2352	
D-2	2334	
3% Vidrio	2332	2332.3
1% Nanosilice	2331	
D-3	2327	
5% Vidrio	2327	2327.7
0.8 Nanosilice	2329	
D-4	2315	
5% Vidrio	2314	2314.7
1% Nanosilice	2315	

Fuente: Elaboración propia

Figura 31*Peso unitario promedio por diseño realizado*

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según se observa en la Tabla 44 y en la Figura 31 se tiene que con la adición de vidrio molido y nanosílice en los distintos diseños, el peso unitario del concreto disminuyó en relación al concreto patrón. Teniendo que para el diseño D-1 disminuyó un 1.2% respecto del patrón; para el diseño D-2 disminuyó un 2% respecto del patrón; para el diseño D-3 disminuyó un 2.2% respecto del patrón y para el diseño D-4 disminuyó un 2.7% respecto del patrón, esta disminución es debido a la variación de densidades de los materiales añadidos en reemplazo en peso del cemento, ya que tenemos una densidad de la nanosílice de 1.03 gr/cm³ y para el vidrio molido una densidad menor que son mas bajas en comparación de la densidad del cemento que es de 3.15gr/cm³.

Contrastación de la hipótesis: Se acepta la hipótesis porque el empleo de vidrio molido y nanosílice disminuye el peso unitario de un concreto de alta resistencia.

4.1.4 Contenido de aire

Se utilizó la olla Washington para calcular el contenido de aire de cada diseño, realizando 3 veces el ensayo y teniendo como resultado el promedio.

Tabla 45

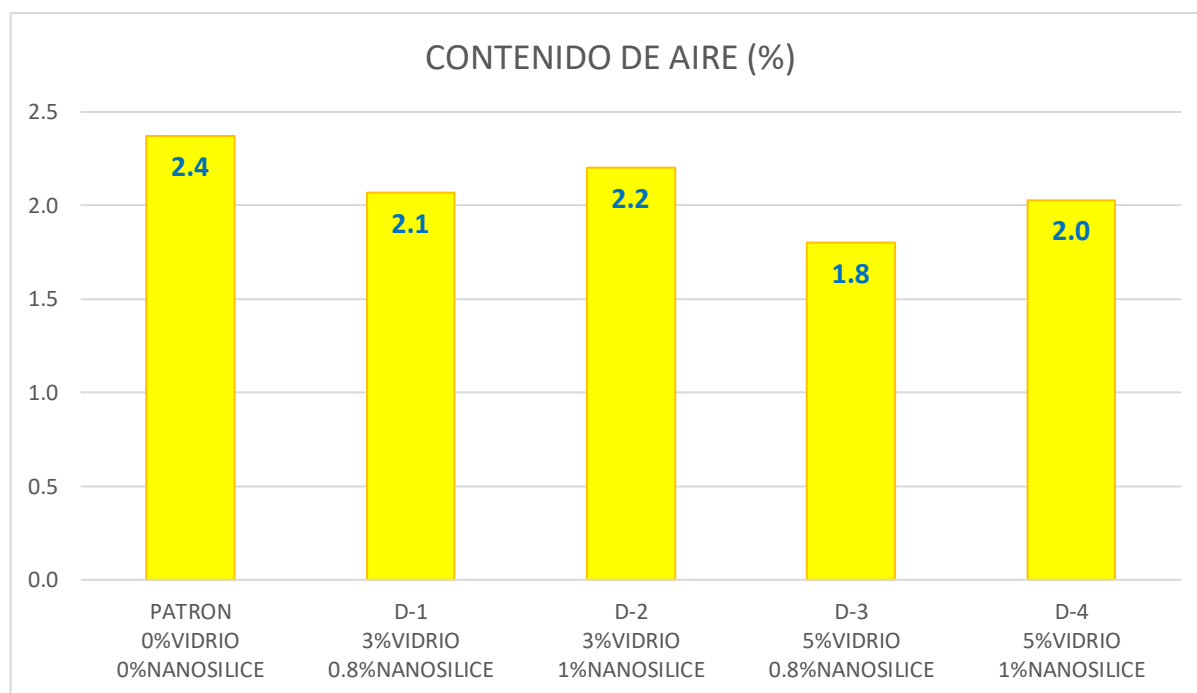
Contenido de aire promedio por diseño realizado

Diseño	% de Aire	Promedio
Patrón	2.4	
0% Vidrio	2.3	2.4
0% Nanosilice	2.4	
D-1	2.1	
3% Vidrio	2	2.1
0.8% Nanosilice	2.1	
D-2	2.2	
3% Vidrio	2.2	2.2
1% Nanosilice	2.2	
D-3	1.8	
5% Vidrio	1.8	1.8
0.8% Nanosilice	1.8	
D-4	2	
5% Vidrio	2.1	2.0
1% Nanosilice	2	

Fuente: Elaboración propia

Figura 32

Contenido de aire promedio por diseño realizado



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según se observa en la Tabla 45 y en la Figura 32 se tiene que con la adición de vidrio molido y nanosílice en los distintos diseños, el contenido de aire del concreto disminuyó en relación al concreto patrón. Teniendo que para el diseño D-1 disminuyó un 12.5% respecto del patrón; para el diseño D-2 disminuyó un 8.4% respecto del patrón; para el diseño D-3 disminuyó un 25% respecto del patrón y para el diseño D-4 disminuyó un 16.7% respecto del patrón, esta disminución es porque la nanosílice produce las reacciones químicas en la mezcla convirtiendo las nanopartículas de sílice en nanopartículas de cemento logrando así una mayor hidratación de la mezcla reduciendo así el porcentaje de vacíos.

Contrastación de la hipótesis: Se acepta la hipótesis porque el empleo de vidrio molido y nanosílice disminuye el contenido de aire de un concreto de alta resistencia.

4.2 Ensayos de concreto en estado endurecido

Se pueden revisar los cálculos de los resultados de cada uno de los ensayos por diseño en el ANEXO E.

4.2.1 Resistencia a la compresión a la edad de 3 días

Tabla 46

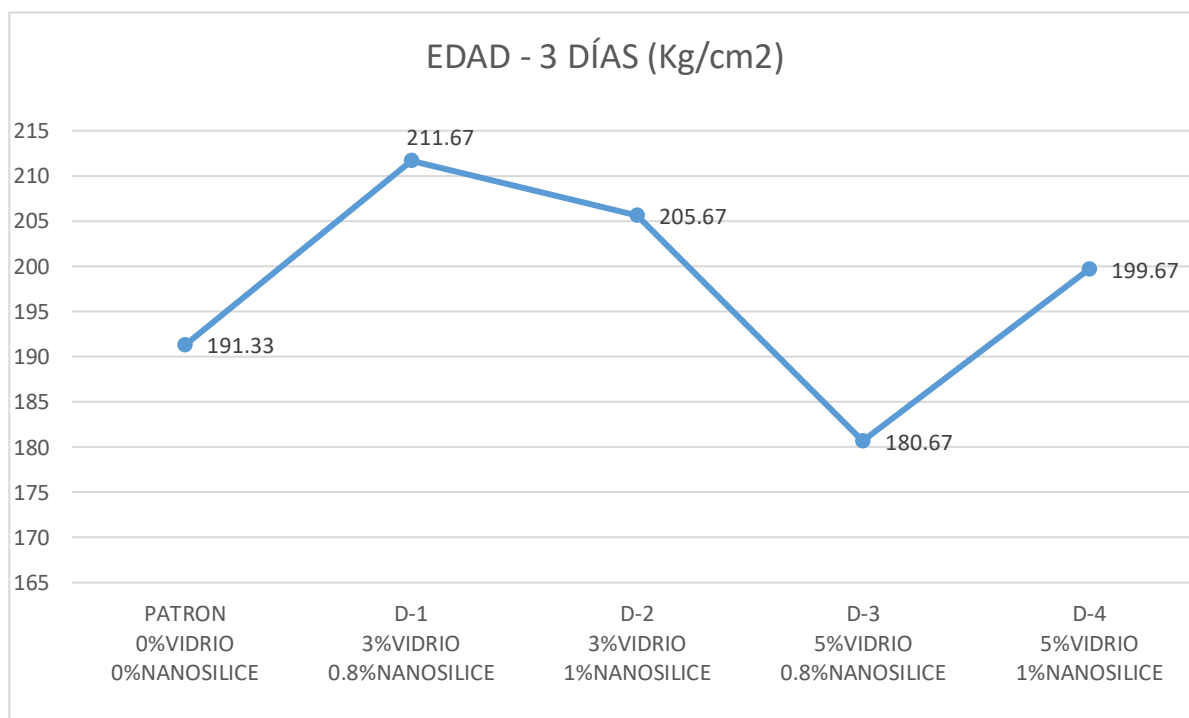
Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 3 días

Diseño	Edad 3 días	Resistencia Promedio (Kg/cm²)
Patrón	192	
0% Vidrio	192	191.33
0% Nanosilice	190	
D-1	212	
3% Vidrio	212	211.67
0.8% Nanosilice	211	
D-2	205	
3% Vidrio	206	205.67
1% Nanosilice	206	
D-3	180	
5% Vidrio	182	180.67
0.8% Nanosilice	180	
D-4	200	
5% Vidrio	199	199.67
1% Nanosilice	200	

Fuente: Elaboración propia

Figura 33

Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 3 días



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según se observa en la Tabla 46 y en la Figura 33 se tiene que con la adición de vidrio molido y nanosílice en los distintos diseños, la resistencia a la compresión del concreto a la edad de 3 días presenta tendencia a aumentar en relación al concreto patrón con excepción del diseño D-3 el cual disminuyó en relación al concreto patrón. Teniendo que el diseño D-1 aumentó un 10.6% respecto del patrón; para el diseño D-2 aumentó un 7.5% respecto del patrón; para el diseño D-3 disminuyó un 5.6% respecto del patrón y para el diseño D-4 aumentó un 4.4% respecto del patrón, este aumento es gracias a la nanosílice ya que una de sus propiedades descritas por el fabricante en su ficha técnica es la de lograr incrementos en el desarrollo de altas resistencias iniciales.

Contrastación de la hipótesis: Se acepta la hipótesis porque el empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia a la edad de 3 días.

4.2.2 Resistencia a la compresión a la edad de 7 días

Tabla 47

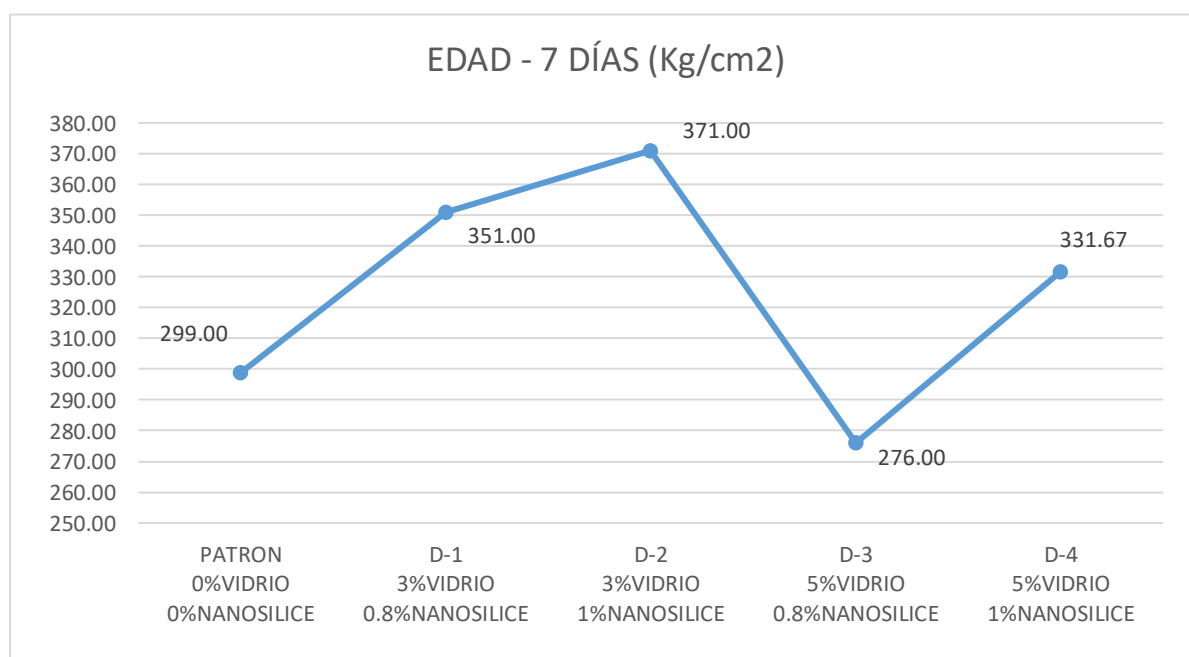
Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 7 días

Diseño	Edad 7 días	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
Patrón	300	
0% Vidrio	298	299.00
0% Nanosilice	299	
D-1	351	
3% Vidrio	352	351.00
0.8% Nanosilice	350	
D-2	370	
3% Vidrio	371	371.00
1% Nanosilice	372	
D-3	276	
5% Vidrio	275	276.00
0.8% Nanosilice	277	
D-4	334	
5% Vidrio	330	331.67
1% Nanosilice	331	

Fuente: Elaboración propia

Figura 34

Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 7 días



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según se observa en la Tabla 47 y en la Figura 34 se tiene que con la adición de vidrio molido y nanosílice en los distintos diseños, la resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días presenta tendencia a aumentar en relación al concreto patrón con excepción del diseño D-3 el cual disminuyó en relación al concreto patrón. Teniendo que el diseño D-1 aumentó un 17.4% respecto del patrón; para el diseño D-2 aumentó un 24.1% respecto del patrón; para el diseño D-3 disminuyó un 7.7% respecto del patrón y para el diseño D-4 aumentó un 10.9% respecto del patrón, este aumento es gracias a la nanosílice ya que una de sus propiedades descritas por el fabricante en su ficha técnica es la de lograr incrementos en el desarrollo de altas resistencias iniciales.

Contrastación de la hipótesis: Se acepta la hipótesis porque el empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia a la edad de 7 días.

4.2.3 Resistencia a la compresión a la edad de 14 días

Tabla 48

Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 14 días

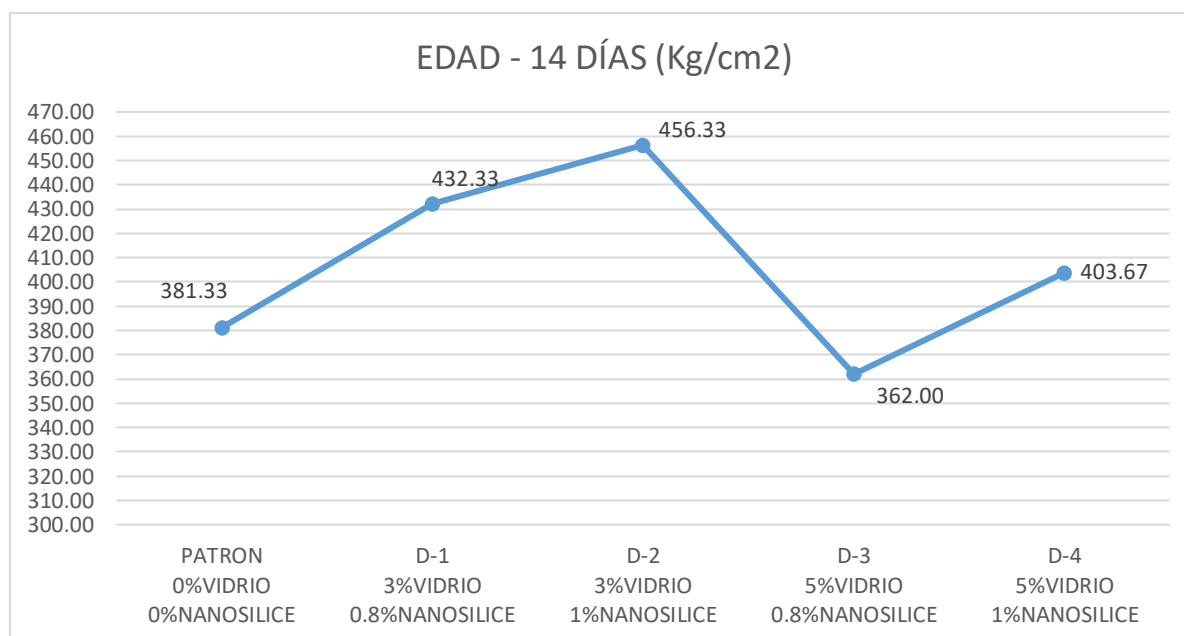
Diseño	Edad 14 días	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
Patrón	382	
0% Vidrio	381	381.33
0% Nanosilice	381	
D-1	432	
3% Vidrio	433	432.33
0.8% Nanosilice	432	
D-2	455	
3% Vidrio	457	456.33
1% Nanosilice	457	
D-3	362	
5% Vidrio	362	362.00
0.8Nanosilice	362	

D-4	404	
5% Vidrio	404	403.67
1% Nanosilice	403	

Fuente: Elaboración propia

Figura 35

Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 14 días



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según se observa en la tabla 48 y en la Figura 35 se tiene que con la adición de vidrio molido y nanosilice en los distintos diseños, la resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días presenta tendencia a aumentar en relación al concreto patrón con excepción del diseño D-3 el cual disminuyó en relación al concreto patrón. Teniendo que el diseño D-1 aumentó un 13.4% respecto del patrón; para el diseño D-2 aumentó un 19.7% respecto del patrón; para el diseño D-3 disminuyó un 5.1% respecto del patrón y para el diseño D-4 aumentó un 5.9% respecto del patrón, este aumento es gracias a la nanosilice, sin embargo para el diseño D-3 la resistencia disminuye debido al bajo porcentaje de nanosilice utilizado (0.8%), en conjunto con un mayor porcentaje de vidrio (5%), los cuales sumados reemplazan un 5.8% de cemento, lo que está afectando el desarrollo de la resistencia.

Contrastación de la hipótesis: Se acepta la hipótesis porque el empleo de vidrio molido y nanosilice aumenta la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia a la edad de 14 días.

4.2.4 Resistencia a la compresión a la edad de 28 días

Tabla 49

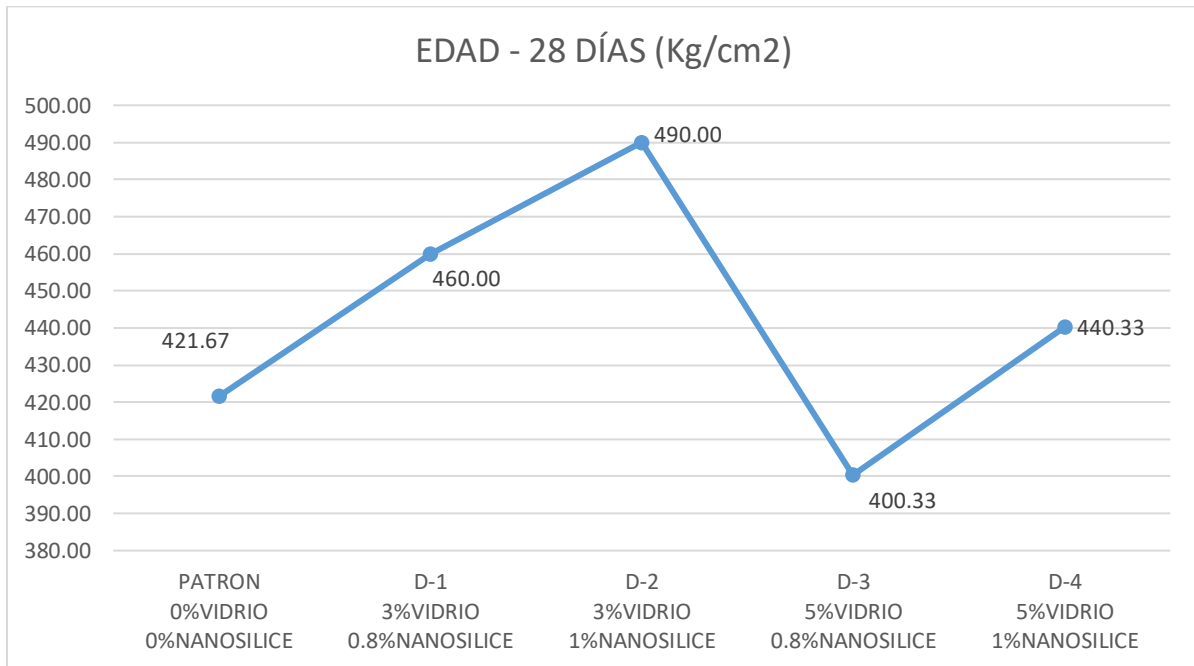
Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 28 días

Diseño	Edad	28 días	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
Patrón		422	
0% Vidrio		421	421.67
0% Nanosilice		422	
D-1		460	
3% Vidrio		460	460.00
0.8% Nanosilice		460	
D-2		490	
3% Vidrio		490	490.00
1% Nanosilice		490	
D-3		400	
5% Vidrio		400	400.33
0.8% Nanosilice		401	
D-4		439	
5% Vidrio		442	440.33
1% Nanosilice		440	

Fuente: Elaboración propia

Figura 36

Resistencia a la compresión por diseño realizado a los 28 días



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según se observa en la Tabla 49 y en la Figura 36, se tiene que con la adición de vidrio molido y nanosílice en los distintos diseños, la resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días presenta tendencia a aumentar en relación al concreto patrón con excepción del diseño D-3 el cual disminuyó. Teniendo que el diseño D-1 aumentó un 9.1% respecto del patrón; para el diseño D-2 aumentó un 16.2% respecto del patrón; para el diseño D-3 disminuyó un 5.1% respecto del patrón y para el diseño D-4 aumentó un 4.4% respecto del patrón, este aumento es gracias a la nanosílice ya que una de sus propiedades es la de lograr incrementos en el desarrollo de altas resistencias finales, sin embargo para el diseño D-3 la resistencia disminuye debido al bajo porcentaje de nanosílice utilizado (0.8%).

Contrastación de la hipótesis: Se acepta la hipótesis porque el empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia a la edad de 28 días.

4.2.5 Resumen de resistencias a la compresión en todas las edades

Tabla 50

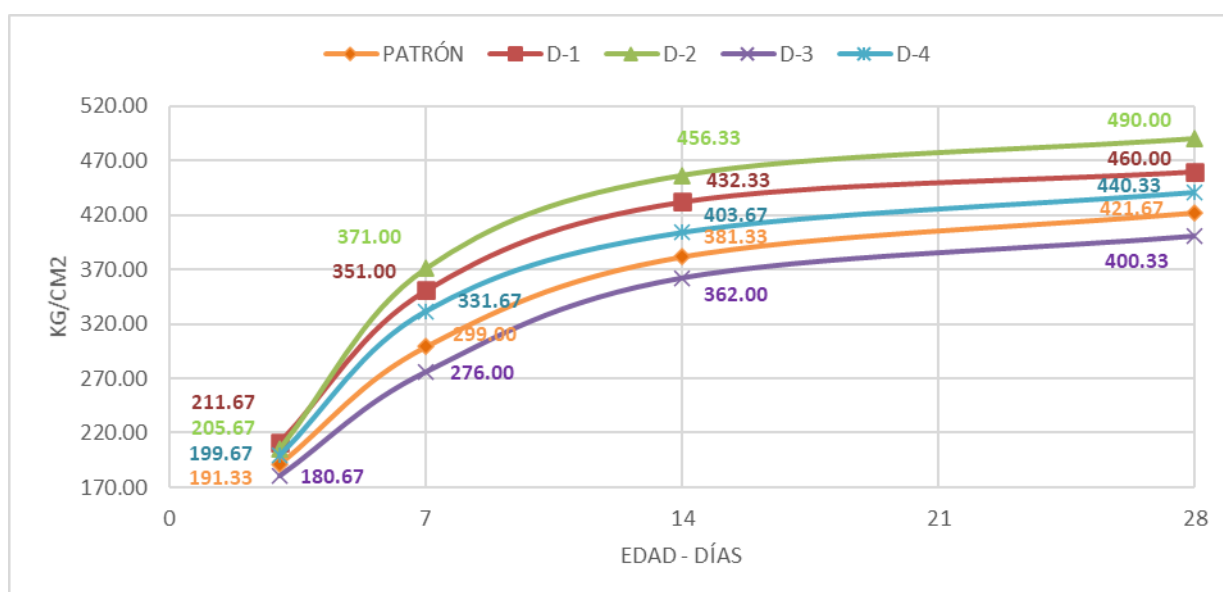
Resumen de resistencias a la compresión (Kg/cm²) por diseño realizado en todas las edades

Diseño	Edad 3 días	Edad 7 días	Edad 14 días	Edad 28 días
Patrón 0% Vidrio 0% Nanosilice	191.33	299.00	381.33	421.67
D-1 3% Vidrio 0.8% Nanosilice	211.67	351.00	432.33	460.00
D-2 3% Vidrio 1% Nanosilice	205.67	371.00	456.33	490.00
D-3 5% Vidrio 0.8% Nanosilice	180.67	276.00	362.00	400.33
D-4 5% Vidrio 1% Nanosilice	199.67	331.67	403.67	440.33

Fuente: Elaboración propia

Figura 37

Resistencias a la compresión (Kg/cm²) por diseño realizado en todas las edades



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según se observa en la Tabla 50 y en la Figura 37 se tiene que con la adición de vidrio molido y nanosílice en los distintos diseños, la resistencia a la compresión del concreto para todas las edades presenta tendencia a aumentar en relación al concreto patrón para los diseños D-1, D-2, D-4 y para el diseño D-3 disminuyó respecto del patrón. Este aumento se debe a las propiedades de la nanosílice de incrementar los valores de resistencias y al vidrio ya que contiene sílice en su composición, los diseños D-1, D-2 y D-4 tienen mayor porcentaje de nanosílice y menor porcentaje de vidrio es por ello que tienen una mejora de la resistencia ya que además tienen mayor contenido de cemento, sin embargo para el diseño D-3 la resistencia disminuye debido al bajo porcentaje de nanosílice utilizado (0.8%), en conjunto con un mayor porcentaje de vidrio (5%), los cuales sumados reemplazan un 5.8% de cemento (menor contenido de cemento), lo que está afectando el desarrollo de la resistencia.

Contrastación de la hipótesis: Se acepta la hipótesis para los diseños D-1, D-2 Y D-4 porque el empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia.

Se rechaza la hipótesis para el diseño D-3 porque el empleo de vidrio molido y nanosílice disminuye la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia.

4.3 Costo Unitario de producción

En las siguientes tablas se detalla el análisis de precios unitario (soles) por diseño de mezcla realizado , este costo a sido calculado para 1 m³ de concreto producido. Es de importancia hacer mención que los precios del análisis son referenciales a la fecha , estos pueden variar en el tiempo.

Tabla 51

Análisis de costos unitarios para producción del concreto patrón

RENDIMIENTO	11	M3/DIA			
Descripción	Und	Cuadrilla	Cant.	PU	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1	0.7273	14.34	10.43
OFICIAL	hh	1	0.7273	11.37	8.27
PEON	hh	7	5.0909	10.31	52.49
					71.19
MATERIALES					
Cemento TIPO I (bls 42.5 kg)	und		17	19.9	338.3
Arena gruesa	m3		0.229	30	6.88
Piedra	m3		0.273	35	9.54
Agua	m3		0.242	0.9	0.22
					354.94
EQUIPOS					
Herramientas manuales	%MO		0.03	71.19	2.14
Mezcladora de concreto	hm	0.5	0.36364	20	13
					15.14
<i>COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO : S/</i>					441.27

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Análisis de costos unitarios para producción del concreto D-1 (3% de vidrio y 0.8% de nanosílice)

RENDIMIENTO	11	M3/DIA			
Descripción	Und	Cuadrilla	Cant.	PU	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1	0.7273	14.34	10.43
OFICIAL	hh	1	0.7273	11.37	8.27
PEON	hh	7	5.0909	10.31	52.49
					71.19
MATERIALES					
Cemento TIPO I (bls 42.5 kg)	und		16.37	19.9	325.67
3% Vidrio molido	kg		21.69	0.5	10.85
0.8 % Nanosílice	kg		5.78	8.5	49.16
Arena gruesa	m3		0.229	30	6.88
Piedra	m3		0.273	35	9.54
Agua	m3		0.242	0.9	0.22
					402.32
EQUIPOS					
Herramientas manuales	%MO		0.03	71.19	2.14
Mezcladora de concreto	hm	0.5	0.36364	20	13
					15.14
<i>COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO : S/</i>					488.65

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53*Análisis de costos unitarios para producción del concreto D-2 (3% de vidrio y 1% de nanosílice)*

RENDIMIENTO	11	M3/DIA			
Descripción	Und	Cuadrilla	Cant.	PU	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1	0.7273	14.34	10.43
OFICIAL	hh	1	0.7273	11.37	8.27
PEON	hh	7	5.0909	10.31	52.49
					71.19
MATERIALES					
Cemento TIPO I (bls 42.5 kg)	und		16.33	19.9	324.99
3% Vidrio molido	kg		21.69	0.5	10.85
1 % Nanosílice	kg		7.23	8.5	61.46
Arena gruesa	m3		0.229	30	6.88
Piedra	m3		0.273	35	9.54
Agua	m3		0.242	0.9	0.22
					413.93
EQUIPOS					
Herramientas manuales	%MO		0.03	71.19	2.14
Mezcladora de concreto	hm	0.5	0.36364	20	13
					15.14
COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO : S/					500.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54*Análisis de costos unitarios para producción del concreto D-3 (5% de vidrio y 0.8% de nanosílice)*

Descripción	Und	Cuadrilla	Cant.	PU	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1	0.7273	14.34	10.43
OFICIAL	hh	1	0.7273	11.37	8.27
PEON	hh	7	5.0909	10.31	52.49
					71.19
MATERIALES					
Cemento TIPO I (bls 42.5 kg)	und		16.03	19.9	318.9
5% Vidrio molido	kg		36.15	0.5	18.08
0.8 % Nanosílice	kg		5.78	8.5	49.16
Arena gruesa	m3		0.229	30	6.88

Piedra	m3		0.273	35	9.54
Agua	m3		0.242	0.9	0.22
					402.78
EQUIPOS					
Herramientas manuales	%MO		0.03	71.19	2.14
Mezcladora de concreto	hm	0.5	0.36364	20	13
					15.14
<i>COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO : S/</i>					489.11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55

Análisis de costos unitarios para producción del concreto D-4 (5% de vidrio y 1% de nanosílice)

RENDIMIENTO	11	M3/DIA			
Descripción	Und	Cuadrilla	Cant.	PU	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1	0.7273	14.34	10.43
OFICIAL	hh	1	0.7273	11.37	8.27
PEON	hh	7	5.0909	10.31	52.49
					71.19
MATERIALES					
Cemento TIPO I (bls 42.5 kg)	und		15.99	19.9	318.22
5% Vidrio molido	kg		36.15	0.5	18.08
1 % Nanosílice	kg		7.23	8.5	61.46
Arena gruesa	m3		0.229	30	6.88
Piedra	m3		0.273	35	9.54
Agua	m3		0.242	0.9	0.22
					414.39
EQUIPOS					
Herramientas manuales	%MO		0.03	71.19	2.14
Mezcladora de concreto	hm	0.5	0.36364	20	13
					15.14
<i>COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO : S/</i>					500.72

Fuente: Elaboración propia

Para efectos de una mejor comprensión de los resultados se ha resumido los costos en las siguientes tablas:

Tabla 56*Resumen de costos de producción de concreto por m3 de diseño realizado*

Diseño	Costo por m3
Patrón 0% Vidrio 0% Nanosilice	S/ 441.26
D-1 3% Vidrio 0.8% Nanosilice	S/ 488.64
D-2 3% Vidrio 1% Nanosilice	S/ 500.25
D-3 5% Vidrio 0.8% Nanosilice	S/ 489.10
D-4 5% Vidrio 1% Nanosilice	S/ 500.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57*Diferencia de costos de producción de los concretos con adición de vidrio molido y nanosilice con respecto del concreto patrón*

Diseño	Diferencia
D-1 3% Vidrio 0.8% Nanosilice	S/ 47.38
D-2 3% Vidrio 1% Nanosilice	S/ 58.99
D-3 5% Vidrio 0.8% Nanosilice	S/ 47.84
D-4 5% Vidrio 1% Nanosilice	S/ 59.45

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según se observa en la tabla 56 y en la tabla 57 se tiene que con la adición de vidrio molido y nanosílice en los distintos diseños estudiados, el costo unitario de producción del concreto se incrementó en relación al concreto patrón. Teniendo para el diseño D-1 un incremento de 10.7% (S/ 47.38) respecto del patrón; para el diseño D-2 un incremento de 13.4% (S/ 58.99) respecto del patrón; para el diseño D-3 un incremento de 10.8% (S/ 47.84) respecto del patrón y para el diseño D-4 un incremento del 13.5% (S/ 59.45) respecto del patrón, este aumento se debe al costo por kilo de la nanosílice que es de S/ 8.50, en comparación del precio del cemento que es de S/ 0.47 .

Contrastación de la hipótesis: Se rechaza la hipótesis porque el empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta el costo unitario de producción de un concreto de alta resistencia.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

INDICADOR: TEMPERATURA

En el presente trabajo de investigación la temperatura para los diseños realizados con adición de vidrio molido y nanosílice fueron de 21°C; 21.5°C; 22.1°C; 21.4°C y 22.2°C para los diseños patrón, D-1, D-2, D-3 y D-4 respectivamente. Ramirez (2018) obtiene 20.6°C de temperatura para su diseño con 5.98% de nanosílice, 85.47% de cemento, 8.55% de microsílice y 70.08% de puzolana natural. Por otro lado Roldan y Vargas (2017) obtiene una temperatura de 22.5°C para su concreto patrón, para su diseño con 0.5% de nanosílice obtienen 24°C y para 0.7% de nanosílice 24.5°C. Estos resultados para antecedentes de concreto realizados con adiciones de nanosílice son diferentes de esta investigación porque Ramirez (2018) añadió a su diseño microsílice y puzolana natural; por otro lado Roldan y Vargas (2017) utilizaron dosificaciones de nanosílice menores a 0.8% , que es el porcentaje de este estudio. Sin embargo todos coinciden con este estudio en que la temperatura se incrementa al adicionar nanosílice, debido al aumento de calor de hidratación liberado por las partículas de cemento al tener contacto con la nanosílice, recordemos que la nanosílice al tener propiedades puzolánicas permitiran un mayor aprovechamiento del cemento..

INDICADOR: ASENTAMIENTO

El asentamiento de las mezclas con adición de vidrio molido y nanosílice tiende a incrementarse , lo que nos indica una mejora en esta propiedad, estos valores son 3.4” ; 4” ; 4.9” ; 4.5” ; 5.6” para los diseños patrón, D-1, D-2, D-3 y D-4 respectivamente. Ochoa (2018) obtiene para el patrón un asentamiento de 4.1”, al añadir el 10% de vidrio en reemplazo de la arena, obtiene un asentamiento de 1.5”. Peñafiel (2016) obtuvo para su concreto patrón un asentamiento de 2.76” en comparación de su diseño con adición del 10% de vidrio en reemplazo de la arena; éste aumentó a 2.96”. Paredes (2019) obtuvo para su concreto patrón un asentamiento de 3.5”, en comparación de su diseño con adición del 15% de vidrio en reemplazo

de la arena éste incrementó a 5". Estos resultados para antecedentes de concreto realizados con adiciones de vidrio son diferentes de esta investigación porque cada investigación tuvo su propio slump de diseño; Ochoa (2018) tuvo un slump de diseño patrón de 4"; Peñafiel (2016) tuvo un slump de diseño patrón de 2.8" y Paredes (2019) tuvo un slump de diseño patrón de 4", sin embargo Peñafiel (2016) y Paredes (2019) coinciden con este estudio en que el asentamiento se incrementa al adicionar vidrio molido debido a que ambos utilizan el vidrio con un modulo de fineza mayor al modulo de fineza de la arena reemplazada, lo que significa que se necesitará menos agua para la humectación de las particulas de vidrio, teniendo así más agua libre en la pasta. A diferencia de Ochoa (2018) el cual utilizó el vidrio con un modulo de fineza menor al modulo de fineza de la arena sucediendo todo lo contrario se necesitó de más agua para humectar las particulas de vidrio es por ello que el asentamiento disminuyó.

Figura 38

Vidrio molido con modulo de fineza 3.226 en reemplazo de arena con modulo de fineza



Fuente: Tomado de Grafico N°9 Obtención del vidrio reciclado molido, por Peñafiel, 2016, Tesis "Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino"

Figura 39

Vidrio molido con modulo de fineza 3.8 en reemplazo de arena con modulo de 2.226 fineza 2.40



Fuente: Tomado de Foto 10 Separación de partículas finas, por Paredes, 2019, Tesis "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de vidrio reciclado molido"

Figura 40

Vidrio molido con modulo de fineza visualmente menor a los anteriores (3.226 y 3.8) que se utilizó en reemplazo de arena con modulo de fineza de 3.44



Fuente: Tomado de Figura 54 Vidrio reciclado molido, por Ochoa, 2018, Tesis “Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos”

Loayza (2017) obtiene un asentamiento para su diseño patrón (angular) de 7” y 10.5” de asentamiento para su diseño con 1% de nanosílice con agregado angular; además obtiene un asentamiento para su diseño patrón (redondeado) de 7.5” y 10” de asentamiento para su diseño con 1% nanosílice y agregado redondeado. Molina y Chara (2017) obtienen un asentamiento de 1.5” para su concreto patrón, 7.5” de asentamiento para su diseño con 0.8% de nanosílice y 7.5” para su diseño con 1% de nanosílice. Por otra parte López y Mamani (2017) obtienen los mismos asentamientos para sus diseños patrón , con 0.5% y 1% de nanosílice ya que disminuyeron el agua de diseño teniendo así una disminución de su relación agua cemento. Ramirez (2018) obtiene un asentamiento de 4” para su diseño con 5.98% de nanosílice, 85.47% de cemento, 8.55% de microsílice y 70.08% de puzolana natural. Roldan y Vargas (2018) obtienen un asentamiento de 1.75” para su concreto patrón, para los diseños con 0.5% y 0.7% de nanosílice obtuvieron 7.5” y 8.75” respectivamente. Estos resultados para antecedentes de

concreto realizados con adiciones de nanosílice son diferentes de esta investigación porque cada investigación tuvo su propio slump de diseño; Loayza (2017) tuvo un slump de diseño patrón de 6" a 8", Molina y Chara (2017) tuvieron un slump de diseño patrón de 1" a 2"; López y Mamani (2017) tuvieron un slump de diseño patrón de 6" a 7"; Ramirez (2018) tuvo un slump de diseño de 3" a 4"; por último Roldan y Vargas (2018) tuvieron un slump de diseño de 1" a 2". Sin embargo todos coinciden con este estudio en que el asentamiento se incrementa al adicionar nanosílice porque este aditivo posee un elevado poder de fluidificación, es un reductor de agua y plastificante de alto rango, lo cual logra una mayor fluidez en la mezcla.

INDICADOR: PESO UNITARIO

El peso unitario para los diseños realizados con adición de vidrio molido y nanosílice son 2378 kg/m³ ; 2351.3 kg/m³; 2332.3 kg/m³; 2327.7 kg/m³; 2314.7 kg/m³ para los diseños patrón, D-1, D-2, D-3 y D-4 respectivamente. Ochoa (2018) obtiene un peso unitario para su concreto patrón de 2491 kg/m³ y para su diseño con adición de vidrio en reemplazo de la arena obtiene 2471kg/m³ de peso unitario. Estos resultados realizados con adiciones de vidrio son diferentes de esta investigación porque Ochoa (2018) utilizó un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y 10% de vidrio añadido; sin embargo, coincide con este estudio en que el peso unitario disminuye al adicionar vidrio, debido a la variación de densidades de los materiales añadidos.

Loayza (2017) obtiene un peso unitario patrón (angular) de 2223.40 kg/m³ y 2378.48 kg/m³ para su diseño con adición de nanosílice con agregado angular; un peso unitario patrón (redondeado) de 2261.69 kg/m³ y 2374.05 kg/m³ de peso unitario para su diseño con nanosílice y agregado redondeado. Molina y Chara (2017) obtienen un peso unitario de 2310.61 kg/m³ para su concreto patrón sin adición; 2388.32 kg/m³ y 2391.37kg/m³ para sus diseños con nanosílice. Estos resultados con adiciones de nanosílice son diferentes de esta investigación porque; Loayza (2017) utilizó un $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y 1% de nanosílice Agua 840 para agregado angular y redondeado; Molina y Chara (2017) utilizaron un $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, 0.8% y 1% de

nanosílice Agua 840, además contradicen los resultados de este estudio pues concluyen en que el peso unitario aumenta al adicionar nanosílice, lo cual puede ser posible para sus investigaciones ya que ellos utilizaron la nanosílice con una adición a su mezcla, a diferencia del presente estudio que se utilizó en reemplazo del cemento, por ello la densidad de la mezcla disminuye ya que se tuvo una densidad de la nanosílice de 1.03 gr/cm^3 y para el vidrio molido una densidad menor que son mas bajas en comparación de la densidad del cemento que es de 3.15 gr/cm^3

INDICADOR: CONTENIDO DE AIRE

Los valores obtenidos son 2.4% para el diseño patrón y 2.1%; 2.2%; 1.8% y 2% para los diseños con adición de vidrio y nanosílice D-1, D-2, D-3 y D-4 respectivamente. Ochoa (2018) obtiene un contenido de aire de 2% para su diseño patrón y 2.1% para su diseño con adición de vidrio en reemplazo de la arena. Estos resultados realizados con adiciones de vidrio son diferentes de esta investigación porque Ochoa (2018) utilizó un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y 10% de vidrio añadido; además, contradice este estudio pues obtiene que el contenido de aire incrementa al adicionar vidrio, esto es debido a que Ochoa (2018) no utilizó nanosílice el cual permite contrarrestar el incremento de vacíos en la mezcla a causa del vidrio.

Molina y Chara (2017) obtienen un contenido de aire de 2.5% para su concreto patrón; 1.7% para su diseño con 0.8% de nanosílice y 1.8% para su diseño con 1% de nanosílice. Estos resultados para antecedentes de concreto realizados con adiciones de nanosílice son diferentes de esta investigación porque; Molina y Chara (2017) utilizaron un $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, 0.8% y 1% de nanosílice Agua 840, sin embargo Molina y Chara (2018) coinciden con este estudio en que el contenido de aire disminuye al agregar nanosílice esta disminución es porque la nanosílice produce las reacciones químicas en la mezcla convirtiendo las nanopartículas de sílice en nanopartículas de cemento logrando así una mayor hidratación de la mezcla reduciendo así el porcentaje de vacíos.

INDICADOR: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Los valores obtenidos de resistencia a la compresión a la edad de 28 días son 421.67 kg/cm² para el diseño patrón, para los diseños con adición de vidrio y nanosílice D-1, D-2, D-3 y D-4 son 460.00 kg/cm², 490 kg/cm², 400.33 kg/cm² y 440.33 kg/cm², respectivamente. Los diseños D-1, D-2 y D-4 tuvieron un aumento de 9.1%, 16.2% y 4.4%; el diseño D-3 tuvo una disminución del 5.1%. Es importante dejar en claro que no se tiene antecedentes de la mezcla de ambos materiales adicionados en conjunto a un diseño de mezcla sin embargo se realizó la discusión en base a los antecedentes de cada material por separado. Walhoff (2017) obtiene una resistencia a la compresión de 301.50 kg/cm² para su diseño patrón y 322.93 kg/cm² para su diseño con 5% de adición de vidrio. Cano y Cruz (2017) obtienen una resistencia a la compresión de 168.6 kg/cm² (16.53 MPa) para su diseño patrón; 173.9 kg/cm² (17.05 MPa) y 204.5 kg/cm² (20.05 MPa) para sus diseños con 3% y 5% de adición de vidrio, respectivamente. Ochoa (2018) obtiene una resistencia a la compresión de 286.99 kg/cm² para su diseño patrón y 287.89 kg/cm² para su diseño con 10% de adición de vidrio. Paredes (2019) obtiene una resistencia a la compresión promedio de 213.34 kg/cm² para su diseño patrón y 252.42 kg/cm² para su diseño con 15% de adición de vidrio. Estos resultados realizados con adiciones de vidrio son diferentes de esta investigación porque Walhoff (2017) utilizó un $f'c = 210$ kg/cm², cemento sol tipo 1 (Huaraz – Perú) y 5% de vidrio en reemplazo del cemento; Cano y Cruz (2017) utilizaron un $f'c = 210$ kg/cm², cemento Argos tipo 1 (Pereira – Colombia), 3% y 5% de vidrio molido adicionado. Peñafiel (2016) utilizó un $f'c = 210$ kg/cm², cemento Holcim Rocafuerte tipo 1 (Ambato – Ochoa (2018) utilizó un $f'c = 280$ kg/cm², cemento tipo 1 (Chiclayo - Perú) y 10% de vidrio molido en reemplazo de la arena, Paredes (2019) utilizó un $f'c = 210$ kg/cm², cemento Inka Ultra resistente Tipo ICO (San Martín- Perú) y 15% de vidrio molido en reemplazo de la arena. Walhoff (2017), Cano y Cruz (2017), Ochoa (2018) y Paredes (2019) coinciden con este estudio en que la resistencia a la compresión aumenta al agregar

vidrio molido, esto es debido a que el vidrio está compuesto por sílice, el cual a su vez es uno de los componentes del cemento.

Loayza (2017) obtiene una resistencia a la compresión a los 28 días de 447.60 kg/cm² para su diseño patrón (angular) y 825.84 kg/cm² para su diseño con 1% de nanosílice con agregado angular; además obtiene una resistencia a la compresión de 422.23 kg/cm² para su diseño patrón (redondeado) y 810.14 kg/cm² para su diseño con 1% nanosílice y agregado redondeado. Molina y Chara (2017) obtienen para su concreto patrón una resistencia a la compresión a los 28 días de 381.93 kg/cm², para su diseño con 0.8% de nanosílice obtiene una resistencia de 670.98 kg/cm² y para su diseño con 1% de nanosílice obtiene una resistencia de 660.27 kg/cm². López y Mamani (2017) obtienen para su concreto patrón una resistencia a la compresión a los 28 días de 233.82 kg/cm², para su diseño con 0.5% de nanosílice obtiene una resistencia de 305.37 kg/cm² y para su diseño con 1% de nanosílice obtiene una resistencia de 443.88 kg/cm². Ramirez (2018) obtiene una resistencia a la compresión a los 28 días de 650 kg/cm² para su diseño con 5.98% de nanosílice, 85.47% de cemento, 8.55% de microsílice y 70.08% de puzolana natural. Roldan y Vargas (2018) obtienen para su concreto patrón una resistencia a la compresión a los 28 días de 408.6 kg/cm², para su diseño con 0.5% de nanosílice obtiene una resistencia de 448.1 kg/cm² y para su diseño con 0.7% de nanosílice obtiene una resistencia de 432.8 kg/cm². Estos resultados para antecedentes de concreto realizados con adiciones de nanosílice son diferentes de esta investigación porque; Loayza (2017) utilizó un $f'c = 350$ kg/cm², cemento Wari tipo 1 (Arequipa – Perú) y 1% de Nanosílice Aqua 840 (adición a la mezcla). Molina y Chara (2017) utilizaron un $f'c = 420$ kg/cm², cemento puzolánico Yura IP (Arequipa – Perú), 0.8% y 1% de Nanosílice Aqua 840 (adición a la mezcla). López y Mamani (2017) utilizaron un $f'c = 210$ kg/cm², cemento Rumi tipo IP (Puno – Perú), 0.5% y 1% de Nanosílice Aqua 206 (adición a la mezcla). Ramirez (2018) no realizó un concreto patrón sin adición pues su objetivo fue lograr obtener un concreto liviano de alta

resistencia, es así que emplea en su diseño, cemento Sol Tipo I, microsílíce Master Life SF 100 de BASF y nanosílíce HP- 300. Roldan y Vargas (2018) utilizaron un $f'c= 420 \text{ kg/cm}^2$, cemento Pacasmayo Tipo I (La Libertad – Perú), 0.5% y 0.7% de GAIA Nanosílíce (adición a la mezcla). Sin embargo todos coinciden con este estudio en que la resistencia a la compresión se incrementa al adicionar nanosílíce, este aumento es gracias a la nanosílíce ya que una de sus propiedades es la de lograr incrementos en el desarrollo de altas resistencias.

INDICADOR: COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN

Los costos unitarios de producción son S/ 441.26 para el diseño patrón, para los diseños con adición de vidrio y nanosílíce D-1, D-2, D-3 y D-4 son S/ 488.64, S/ 500.25, S/ 489.10 y S/ 500.71, respectivamente. Estos precios consideran los materiales, mano de obra y equipos para la producción de un concreto con $f'c= 420 \text{ kg/cm}^2$. Walhoff (2017) obtuvo un costo de producción de concreto con 5% de vidrio de S/ 304.55 por m³. Ochoa (2018) obtuvo un costo por m³ de S/ 394.80 para su diseño de con adición del 30% de vidrio en reemplazo de la arena. Estos resultados realizados con adiciones de vidrio son diferentes de esta investigación porque Walhoff (2017) utilizó un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ considerando 8.18 bolsas de cemento por m³ a un costo por bolsa de S/ 17.80 ; Ochoa (2018) utilizó un $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ considerando 11.08 bolsas de cemento por m³ a un costo por bolsa de S/ 20.19 .

Molina y Chara (2017) obtienen para su concreto con 0.8% de nanosílíce un costo de S/323.21 y para su diseño con 1% de nanosílíce obtiene un costo de S/ 333.93, estos precios consideran únicamente el costo de los materiales mas no consideran la mano de obra ni equipos y herramientas. Por otra parte López y Mamani (2017) obtienen para su diseño con 0.5% de nanosílíce un costo de S/233.98 y para su diseño con 1% de nanosílíce obtienen un costo de S/247.77 estos precios consideran únicamente el costo de los materiales mas no consideran la mano de obra ni equipos. Estos resultados realizados con adiciones de nanosílíce son diferentes

de esta investigación porque Molina y Chara (2017) utilizaron un $f'c= 420 \text{ kg/cm}^2$ considerando 9.67 bolsas de cemento por m^3 a un costo por bolsa de S/ 20.30 ; López y Mamani (2017) utilizó un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ considerando 8.49 bolsas de cemento por m^3 a un costo por bolsa de S/ 21.50 .

VI. CONCLUSIONES

Se determinó en el presente trabajo de investigación que la adición de nanosílice y vidrio aumentan la temperatura del concreto patrón (21°C) en 2.4%; 5.2%; 1.9% y 5.7% para los diseños con adición D-1; D-2; D-3 Y D-4, respectivamente (véase la Tabla 42 y Figura 29). Esto es positivo porque permitirá emplear la mezcla en condiciones normales con climas templados de temperatura ambiente mayor de 10°C y menor de 25°C (NORMA E 0.60), además todos los valores están dentro del rango de aceptación permitido (10°C a 32°C) según la ASTM C1064. Con estos resultados se garantiza no tener problemas de fraguado.

Se determinó que la adición de nanosílice y vidrio aumenta el asentamiento de un concreto patrón (3.4") en 17.6%; 44.1%; 32.4% y 64.7%, para los diseños con adición D-1; D-2; D-3 Y D-4 respectivamente (véase la Tabla 43 y Figura 30); lo cual es positivo porque permitirá su uso en elementos estructurales esbeltos como vigas, columnas y prefabricados; todos estos valores se encuentran dentro de los valores normales para la utilización de concreto en diferentes tipos de elementos, garantizando que la mezcla no esté muy seca (no moldeable) o por el otro extremo presente segregación (separación de los áridos y la pasta de cemento). El aumento del asentamiento de la mezcla es gracias a la nanosílice, ya que los valores más altos son cuando se agrega un 5% de nanosílice a la mezcla, cumpliendo así con la especificación técnica del aditivo GAIA NANOSILICE vendido por ULMEN, ya que es un reductor de agua, plastificante de alto rango.

Se determinó que la adición de nanosílice y vidrio disminuye el peso unitario del concreto patrón (2378 kg/m³) en 1.2%; 2%; 2.2% y 2.7%, para los diseños con adición D-1; D-2; D-3 Y D-4 respectivamente (véase Tabla 44 y Figura 31), esto es positivo porque se tendrán elementos más ligeros disminuyendo el esfuerzo por peso propio, además todos los valores están dentro del rango de valores para concreto convencional (2200 kg/m³ a 2400 kg/m³).

Se determinó que la adición de nanosílice y vidrio disminuye el contenido de aire del concreto patrón (2.4%) en 12.5%; 8.4%; 25% y 16.7% para los diseños con adición D-1; D-2; D-3 Y D-4, respectivamente (véase la Tabla 45 y Figura 32,)esto es positivo porque el concreto tendrá menor porosidad y una mejor expansión, evitando así la formación de grietas, fisuras y disminución de la resistencia a la compresión.

Se determinó que la adición de nanosílice y vidrio aumenta la resistencia a la compresión del concreto patrón (421.67 kg/cm²) en 9.1%; 16.2% y 4.4% para los diseños con adición D-1; D-2 y D-4, respectivamente (véase Tabla 49 y Figura 36), esto es positivo porque se puede usar en estructuras que requieran mayor resistencia de diseño.

Se determinó que la adición de nanosílice y vidrio aumenta el costo unitario del concreto patrón (S/ 441.26) en S/ 47.38; S/ 58.99; S/ 47.84 y S/ 59.45 para los diseños con adición D-1; D-2; D-3 Y D-4 respectivamente (Véase la tabla 56 y tabla 57) ,este incremento es justificable debido al impacto ambiental que generaría el uso de estos materiales menos contaminantes. Además la nanosílice es un aditivo relativamente nuevo en el mercado peruano y no existe una gran demanda por lo que se puede proyectar a futuro una disminución en sus costos si es que la demanda aumentara, todo dependería además de nuevas normativas aprobadas por parte del Estado que busquen fomentar la producción de concreto con materiales alternativos al cemento para así reducir el impacto ambiental generado por la producción de cemento en el país.

Se determinó que la adición de vidrio molido y nanosílice mejora las características físicas como la temperatura, asentamiento, peso unitario, contenido de aire, resistencia a la compresión y aumenta el costo de producción de un concreto de alta resistencia sin embargo el uso de estos materiales tendría un impacto positivo en el medio ambiente, fomentando el uso de materiales reciclados menos contaminantes.

VII. RECOMENDACIONES

Se ha podido evaluar que la adición de nanosílice no incrementa sustancialmente la temperatura por lo que no genera un efecto significativo. Se recomienda el uso de vidrio y nanosílice con cemento tipo I para concretos colocados en zonas de clima templado y vaciado no masivos con elementos de sección transversal menores a 2 pies². Para concretos de vaciado masivo se recomienda evaluar el vidrio y nanosílice con cementos de bajo o moderado calor de hidratación como lo son el tipo IP, II, V y HS.

Se recomienda realizar dosificaciones previas al diseño de mezcla con uso de nanosílice, ya que esta incrementa la trabajabilidad de la mezcla en valores elevados, haciendo que la mezcla pueda segregar.

Se recomienda el uso de vidrio molido para lograr concretos más ligeros en conjunto con la nanosílice para no afectar la resistencia a la compresión.

Se ha evaluado que la adición de vidrio y nanosílice disminuye el contenido de aire, teniendo así estructuras con menor porosidad, bajo agrietamiento y mejor fraguado, por lo que se recomienda evaluar su uso en elementos esbeltos, losas de techo y pisos industriales.

Se recomienda el uso de vidrio molido y nanosílice en elementos que requieran altos valores de resistencia inicial, como resanes de pavimentos de alto tránsito, buzones de concreto para alcantarillado, entre otros. Se recomienda evaluar porcentajes mayores al 1% de nanosílice en diseños de altas resistencias ya que es el que aporta un mayor porcentaje de aumento de la resistencia en edades tempranas y finales.

El costo unitario se vió incrementado por el alto contenido de cemento utilizado $f'c=420\text{kg/cm}^2$, se recomienda evaluar el uso de vidrio molido y nanosílice en concretos convencionales con $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Se recomienda ampliar la investigación para evaluar la resistencia a la tracción, resistencia a la flexión del diseño óptimo 3% vidrio molido y 1% nanosílice.

VIII. REFERENCIAS

- Aceros Arequipa. (16 de abril de 2020). *Manual Del Maestro Constructor*
<http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor/materiales-de-construccion/cemento.html>
- Cano, J. y Cruz, C. (2017). “*Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Libre Seccional Pereira, Colombia.
- Concremex. (15 de abril de 2020). *Concreto de alta resistencia*. <http://www.concretolasilla.com/ConcAltaRes.html>
- Concretos Supermix. (16 de abril de 2020) Agregados para la elaboración de concreto.
<https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>
- El Concreto. (2009). (16 de abril de 2020). *El Agua Del Concreto* .
<http://elconcreto.blogspot.com/2009/01/el-agua-del-concreto.html>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta edición). McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Loayza, K. (2017). *Influencia del nanosilice en el concreto con agregado angular y agregado redondeado*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Agustín, - Arequipa.
- López, E. y Mamani, J. (2017). “*Influencia del nanosilice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de Puno*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

- Molina, F. y Chara, H. (2017). “*Influencia de la adición de nanosílice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- National Ready Mixed Concrete Association. (2011). (16 de abril de 2020). *CIP 33 - Concreto De Alta Resistencia*. <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP33es.pdf>
- Ochoa, L. (2018). “*Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo.
- Paredes, A. (2019). “*Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de vidrio reciclado molido*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto.
- Peñañiel, D. (2016). “*Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Ramírez, J. (2018). “*Concreto liviano de alta resistencia empleando nanosílice y puzolana natural en el Perú*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima.
- Rodgers, L. (2018). (18 de abril de 2020). *BBC News Mundo. La enorme fuente de emisiones de CO₂ que está por todas partes y que quizás no conocías*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46594783>
- Rojas, J. (2015). “*Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de $f'c=210$ kg/cm² adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.

- Roldan, L. y Vargas, J. (2018). “*Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando sika viscoconcrete sc-50 y GAIA*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Walhoff, G. (2017). “*Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca-2016*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz.
- Zamora, S. y Meza, V. (2017). “*Percepción de la formalidad de la cadena de reciclaje de vidrio en Lima zona norte*”. *Anales Científicos* 78 (2), pp 216-224.. Universidad Agraria la Molina, Lima.

IX. ANEXOS

ANEXO A: DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA



Mario Rodriguez 24 may.

para mí ▾



Lucero , te remito la informacion que tengo (diseño al % y los aditivos usados de BASF)Espero te sirvan

Características	Diseños				Unidades
Resistencia (f'c)	100	175	210	Concreto f'c = 210 kg/cm ² , a 3 días	kg/cm ²
Agua / Cemento	1.01	0.79	0.75	0.51	-
Tipo de cemento	I	I	I	I	-
Agregado Fino	54	55.5	54.5	52	%
Agregado Grueso Huso 67	27.6	26.7	27.3	48	%
Agregado Grueso Huso 5	18.4	17.8	18.2	-	%
Peso Unitario	2384	2390	2389	2380	kg/m ³
Slump	6"	6"	6"	6"	Pulg.

CERTIFICADO CONTROL DE CALIDAD

PRODUCTO: MASTERSET R 800 (LITROS)



CERTIFICADO CONTROL DE CALIDAD

PRODUCTO: MASTERRHEOBUILD 1202 (LITROS)



CERTIFICADO CONTROL DE CALIDAD

PRODUCTO: MASTERRHEOBUILD 2015 (LITROS)

Saludos,



Mario Rodriguez (Reserv 18.12.20)
Ejecutivo de Venta Senior

(511) 215-4600 Anexo 4706 | (51) 959-881661
mrodriguez@unicon.com.pe
www.unicon.com.pe



INFORMACIÓN TÉCNICA SOLICITADA

Cliente: ACCIONA AGUA – SUCURSAL PERUANA

Obra: "OBRAS VARIAS"

1. DISEÑOS CARACTERÍSTICOS DE LOS CONCRETOS

Características	Diseños		Unidades
	f'c = 210 kg/cm ² , a 1 día	f'c = 210 kg/cm ² , a 3 días	
Resistencia (f'c)			kg/cm ²
Agua / Cemento	0.35	0.52	-
Tipo de cemento	I	I	-
Agregado Fino	47	52	%
Agregado grueso (Huso 67)	26.5	24	%
Agregado grueso (Huso 56)	26.5	24	%
Peso Unitario	2300 - 2400		kg/m ³
Slump	6"	6"	Pulg.

2. TOLERANCIAS DE LOS CONCRETOS

PROPIEDAD	TOLERANCIAS
	slump de diseño > 4"
Slump (Pulg.)	± 1 ½" (ASTM C-94)
Agua / Cemento	± 0.02
Tiempo de vida útil comercial por pérdida de trabajabilidad. (Horas)	2.5

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSUMOS

INSUMO	PROCEDENCIA	ESPECIFICACIÓN
Agregado fino combinado	CANERA JICAMARCA + FLOR DE NIEVE	ASTM C 33
Agregado grueso / Huso 67 ASTM	CANERA JICAMARCA	ASTM C 33
Agregado grueso / Huso 56 ASTM	CANERA FLOR DE NIEVE	ASTM C 33
Cemento Tipo I	UNACEM S.A.A.	ASTM C 150
Master Rheobuild 1202	BASF PERU	ASTM C 494 Tipo A y F
Master Rheobuild 2110	BASF PERU	ASTM C 494 Tipo D
Agua	RED PÚBLICA	NTP 339.088

4. CERTIFICADOS DE CALIDAD DE LOS INSUMOS UTILIZADOS


Ing° Juan Harman Canalle
Superintendente de Diseño de
Productos y Laboratorio
CONCREMAX S.A.

ANEXO B: COTIZACIONES DE ADITIVOS PARA CONCRETO



Fabricación y comercialización de Aditivos para Morteros y Concretos

Cotización N° 2021-021

Lima 8 de febrero del 2021

Señores : ACCIONA AGUA S.A SUCURSAL PERUANA
RUC : 20502601271
Dirección : CAL. CORONEL ANDRES REYES NRO. 358 INT. 606 URB. JARDIN LIMA SAN ISIDRO
Contacto : Lucero Teves Medina
Teléfono : 960 122 109
Correo : lteves@acciona.com

Estimado(s) Señor(es):

Nos es grato cotizarles el (los) siguiente(s) producto(s):

Ítem	Descripción	Precio
1	Hiperplastificante de alto poder R-2020	9.00 soles/ Kg
2	Aditivo superplastificante de alto rango HP-300	8.50 soles/ Kg

- Los productos se entregan en cilindros de 220kg.
- El(los) producto(s) es(son) puesto(s) en la planta del cliente o en el medio de transporte indicado dentro de Lima Metropolitana, siempre que a compra sea mayor o igual a 1100 Kg.
- **La cotización incluye envases**

CONDICIONES COMERCIALES

Precios no incluyen IGV

Forma de pago: **Contado**

La Orden de Compra enviarla por e-mail:

ventas@ulmen.cl

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Razón Social: INDUSTRIAS ULMEN S.A

RUC : 20550360714

Dirección : Cal. 4 Mza. C-1 Lt. 2-F Coop. Las vertientes Lima - Villa el Salvador

Planta : (01) 719-4126 – 719-4127



Banco continental Dólares: 0011-0261-0100006448-53

CCI: 011-261-000100006448-53

Banco continental Soles: 011-0261-0100006421-50

CCI: 011-261-000100006421-50



Banco BCP Dólares: 194-2384346-1-11

CCI: 002-194002384346111-94

Banco BCP Soles: 194-2388472-0-78

CCI: 002-194002388472078-92

Cordialmente

Iván Enciso

**Coordinación Concreteras
 Industria Ulmen S.A**

Dirección: Coop. Las Vertientes, Calle 4, Mz C-1, Lote 2-F, Villa El Salvador, Lima.

Teléfonos: (01) 719-4126 – 719-4127

Página 1 de 1



SYNTHEC SOLUTIONS S.A.C.

Av. Moal. La Mar 538 Ofic. 506

RUC : 20509587958

MIRAFLORES

ventas@synthec.com.pe

(+51-1)222-4520 / 980 098 379

www.synthec.com.pe

CLIENTE

ACCIONA AGUA S.A SUCURSAL
PERUANA

ATENCIÓN :
R.U.C : 20502801271
TELÉFONO :

COTIZACIÓN

N° 00001867 / JG-2021

FECHA DE EMISIÓN : 03/06/2021

FECHA DE VIGENCIA : 30/06/2021

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	U.M.	QTY	VALOR UNIT.	VALOR VENTA
1		MASTER RHEOBUILD 1003 (IBC X 1000LT) Tiempo de Entrega : 4 días	CL	2	6,400.00	12,800.00
2		MASTER RHEOBUILD 2015 (IBC X 1000LT) Tiempo de Entrega : 4 días	CL	1	5,700.00	5,700.00

OBSERVACIONES:

Sub-Total 18,500.00
Descuento (0%) 0.00
Valor de Venta 18,500.00
Impuesto I.G.V.(18%) 3,330.00

PRECIO TOTAL S/. 21,830.00

CONDICIONES DE VENTA

MONEDA : SOLES
FORMA DE PAGO : FACTURA 07 DÍAS
LUGAR DE ENTREGA :

MÉTODO DE PAGO

BCP S/. : 194-1919079-0-35
BCP USD : 194-1466558-1-25
BBVA S/. : 0011-0333-0100088127
BBVA USD : 0011-0333-0100088135

JULIO GUZMÁN

BUSINESS DEVELOPMENT MANAGER

julio.guzman@synthec.com.pe

+51 955857579



ANEXO C: INSTRUMENTOS - FICHAS TÉCNICAS

FICHA TÉCNICA N°01

Indicador N°01: TEMPERATURA

Tesis: Influencia del vidrio molido y nanosilice en las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia.

Tesista: Lucero Teves Medina

Universidad: Universidad Nacional Federico Villarreal

Facultad: Ingeniería Civil

Diseño	Temperatura (C°)	Promedio (C°)
Patrón	--	
0%Vidrio	--	--
0%Nanosilice	--	
D-1	--	
3%Vidrio	--	--
0.8%Nanosilice	--	
D-2	--	
3%Vidrio	--	--
1%Nanosilice	--	
D-3	--	
5%Vidrio	--	--
0.8Nanosilice	--	
D-4	--	
5%Vidrio	--	--
1%Nanosilice	--	

Mercado
 JHONNY EDUARDO
 MERCADO RAPPE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 138455

CIP 138455 PUNTAJE 0.80

Montesinos
 LUIS ALBERTO
 MONTESINOS PACHECO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 198014

CIP 198014

Puntaje 0.90



Curri
 NELSON DAVID DAVILA CURRI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48505

CIP 48505 PUNTAJE 0.90

FICHA TÉCNICA N°02

Indicador N°02: ASENTAMIENTO

Tesis: Influencia del vidrio molido y nanosilice en las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia.

Tesista: Lucero Teves Medina

Universidad: Universidad Nacional Federico Villarreal

Facultad: Ingeniería Civil

Diseño	Asentamiento (pulgadas)	Promedio (pulgadas)
Patrón	--	
0% Vidrio	--	--
0% Nanosilice	--	
D-1	--	
3% Vidrio	--	--
0.8% Nanosilice	--	
D-2	--	
3% Vidrio	--	--
1% Nanosilice	--	
D-3	--	
5% Vidrio	--	--
0.8% Nanosilice	--	
D-4	--	
5% Vidrio	--	--
1% Nanosilice	--	

[Signature] CIP PUNTAJE
 JHONNY EDUARDO 138455 0.80
 MERCADO RAPPE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 138455

[Signature] CIP Puntaje
 LUIS ALBERTO 198014 0.90
 MONTESINOS PACHECO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 198014

[Signature] CIP PUNTAJE
 NELSON DAVID DAVILA CURI 48505 0.90
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48505

FICHA TÉCNICA N°03

Indicador N°03: CONTENIDO DE AIRE

Tesis: Influencia del vidrio molido y nanosilice en las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia.

Tesista: Lucero Teves Medina

Universidad: Universidad Nacional Federico Villarreal

Facultad: Ingeniería Civil

Diseño	% de Aire	Promedio
Patrón	--	--
0% Vidrio	--	--
0% Nanosilice	--	--
D-1	--	--
3% Vidrio	--	--
0.8% Nanosilice	--	--
D-2	--	--
3% Vidrio	--	--
1% Nanosilice	--	--
D-3	--	--
5% Vidrio	--	--
0.8% Nanosilice	--	--
D-4	--	--
5% Vidrio	--	--
1% Nanosilice	--	--

[Signature]
 HONNY EDUARDO
 MERCADO RAPRE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 138455
 CIP 138455 PUNTAJE 0.80

[Signature]
 LUIS ALBERTO
 MONTESINOS PACHECO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 198014
 CIP 198014 Puntaje 0.90

[Signature]
 NELSON DAVID DAVILA CURI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48505
 CIP 48505 PUNTAJE 0.90

FICHA TÉCNICA N°04

Indicador N°04: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tesis: Influencia del vidrio molido y nanosilice en las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia.

Tesista: Lucero Teves Medina

Universidad: Universidad Nacional Federico Villarreal

Facultad: Ingeniería Civil

Diseño	Edad 3 días	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
Patrón 0% Vidrio 0% Nanosilice	-- -- --	--
D-1 3% Vidrio 0.8% Nanosilice	-- -- --	--
D-2 3% Vidrio 1% Nanosilice	-- -- --	--
D-3 5% Vidrio 0.8% Nanosilice	-- -- --	--
D-4 5% Vidrio 1% Nanosilice	-- -- --	--

[Signature]
 JHONNY EDUARDO
 MERCADO RAPRE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 138455
 CIP 138455 PUNTAJE 0.80

[Signature]
 LUIS ALBERTO
 MONTESINOS PACHECO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 198014
 CIP 198014 PUNTAJE 0.90

[Signature]
 NELSON DAVID DAVILA CURI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48505
 CIP 48505 PUNTAJE 0.90

Diseño	Edad 7 días	Resistencia Promedio (Kg/cm2)
Patrón	--	
0%Vidrio	--	--
0%Nanosilice	--	
D-1	--	
3%Vidrio	--	--
0.8%Nanosilice	--	
D-2	--	
3%Vidrio	--	--
1%Nanosilice	--	
D-3	--	
5%Vidrio	--	--
0.8Nanosilice	--	
D-4	--	
5%Vidrio	--	--
1%Nanosilice	--	

[Signature]
**JHONNY EDUARDO
 MERCADO RAPIRE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 136455**

CIP 133455 PUNTAJE 0.80

Diseño	Edad 14 días	Resistencia Promedio (Kg/cm2)
Patrón	--	
0%Vidrio	--	--
0%Nanosilice	--	
D-1	--	
3%Vidrio	--	--
0.8%Nanosilice	--	
D-2	--	
3%Vidrio	--	--
1%Nanosilice	--	
D-3	--	
5%Vidrio	--	--
0.8Nanosilice	--	
D-4	--	
5%Vidrio	--	--
1%Nanosilice	--	

[Signature]
**LUIS ALBERTO
 MONTESINOS PACHECO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 198014**

Puntaje 0.90

[Signature]
**NELSON DAVID DAVILA CURI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48505**

CIP 48505 PUNTAJE 0.90

Diseño	Edad 28 días	Resistencia Promedio (Kg/cm2)
Patrón 0%Vidrio 0%Nanosilice	--	--
D-1 3%Vidrio 0.8%Nanosilice	--	--
D-2 3%Vidrio 1%Nanosilice	--	--
D-3 5%Vidrio 0.8Nanosilice	--	--
D-4 5%Vidrio 1%Nanosilice	--	--

[Signature]
JHONNY EDUARDO MERCADO RAPRE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 438455
 CIP 130475 PUNTAJE 0.80

Resumen de costos de producción de concreto por m3 de diseño realizado

Diseño	Edad 3días	Edad 7días	Edad 14 días	Edad 28 días
Patrón 0%Vidrio 0%Nanosilice	--	--	--	--
D-1 3%Vidrio 0.8%Nanosilice	--	--	--	--
D-2 3%Vidrio 1%Nanosilice	--	--	--	--
D-3 5%Vidrio 0.8Nanosilice	--	--	--	--
D-4 5%Vidrio 1%Nanosilice	--	--	--	--

[Signature]
NELSON DAVID DAVILA CURI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48505
 CIP 48505 PUNTAJE 0.90

[Signature]
LUIS ALBERTO MONTESINOS PACHECO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 198014
 CIP 198014 PUNTAJE 0.90

FICHA TÉCNICA N°05

Indicador N°05: COSTO UNITARIO

Tesis: Influencia del vidrio molido y nanosilice en las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia.

Tesista: Lucero Teves Medina

Universidad: Universidad Nacional Federico Villarreal

Facultad: Ingeniería Civil

CONCRETO PATRÓN: 0%Vidrio - 0%Nanosilice

RENDIMIENTO	--	M3/DIA			
Descripción	Und	Cuadrilla	Cant.	PU	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	--	--	--	--
OFICIAL	hh	--	--	--	--
PEON	hh	--	--	--	--
MATERIALES					
Cemento TIPO I (bls 42.5 kg)	und		--	--	--
Arena gruesa	m3		--	--	--
Piedra	m3		--	--	--
Agua	m3		--	--	--
EQUIPOS					
Herramientas manuales	%MO		--	--	--
Mezcladora de concreto	hm	--	--	--	--
COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO : S/					--

[Signature]
 JHONNY EDUARDO
 MERCADO RAPRE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 138455
 CIP 138455 PUNTAJE 0.80

[Signature]
 LUIS ALBERTO
 MONTESINOS PACHECO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 198014
 CIP 198014 PUNTAJE 0.90

[Signature]
 NELSON DAVID DAVILA CURI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 4850F
 CIP 48505 PUNTAJE 0.90

DISEÑO 1: 3% Vidrio – 0.8% Nanosilice

RENDIMIENTO		--	M3/DIA		
Descripción	Und	Cuadrilla	Cant.	PU	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	--	--	--	--
OFICIAL	hh	--	--	--	--
PEON	hh	--	--	--	--
MATERIALES					
Cemento TIPO I (bls 42.5 kg)	und		--	--	--
3% Vidrio molido	kg		--	--	--
0.8 % Nanosilice	kg		--	--	--
Arena gruesa	m3		--	--	--
Piedra	m3		--	--	--
Agua	m3		--	--	--
EQUIPOS					
Herramientas manuales	%MO		--	--	--
Mezcladora de concreto	hm	--	--	--	--
<i>COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO: S/</i>					

DISEÑO 2: 3% Vidrio – 1% Nanosilice

RENDIMIENTO		--	M3/DIA		
Descripción	Und	Cuadrilla	Cant.	PU	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	--	--	--	--
OFICIAL	hh	--	--	--	--
PEON	hh	--	--	--	--
MATERIALES					
Cemento TIPO I (bls 42.5 kg)	und		--	--	--
3% Vidrio molido	kg		--	--	--
1 % Nanosilice	kg		--	--	--
Arena gruesa	m3		--	--	--
Piedra	m3		--	--	--
Agua	m3		--	--	--
EQUIPOS					
Herramientas manuales	%MO		--	--	--
Mezcladora de concreto	hm	--	--	--	--
<i>COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO : S/</i>					

JHONNY EDUARDO MERCADO RAPRE INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 138455
CIP PUNTAJE 138455 0.80



Nelson-David Davila Curi
NELSON-DAVID DAVILA CURI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48505

CIP PUNTAJE 48505 0.90

Luis Alberto Montesinos Pacheco
LUIS ALBERTO MONTESINOS PACHECO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 198014

CIP Puntaje 198014 0.90

DISEÑO 3: 5% Vidrio – 0.8% Nanosilice

RENDIMIENTO		--	M3/DIA		
Descripción	Und	Cuadrilla	Cant.	PU	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	--	--	--	--
OFICIAL	hh	--	--	--	--
PEON	hh	--	--	--	--
MATERIALES					
Cemento TIPO I (bls 42.5 kg)	und		--	--	--
5% Vidrio molido	kg		--	--	--
0.8 % Nanosilice	kg		--	--	--
Arena gruesa	m3		--	--	--
Piedra	m3		--	--	--
Agua	m3		--	--	--
EQUIPOS					
Herramientas manuales	%MO		--	--	--
Mezcladora de concreto	hm	--	--	--	--
COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO : S/					

DISEÑO 4: 5% Vidrio – 1% Nanosilice

RENDIMIENTO		--	M3/DIA		
Descripción	Und	Cuadrilla	Cant.	PU	Parcial
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	--	--	--	--
OFICIAL	hh	--	--	--	--
PEON	hh	--	--	--	--
MATERIALES					
Cemento TIPO I (bls 42.5 kg)	und		--	--	--
5% Vidrio molido	kg		--	--	--
1 % Nanosilice	kg		--	--	--
Arena gruesa	m3		--	--	--
Piedra	m3		--	--	--
Agua	m3		--	--	--
EQUIPOS					
Herramientas manuales	%MO		--	--	--
Mezcladora de concreto	hm	--	--	--	--
COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO : S/					

Jhonny Eduardo
JHONNY EDUARDO
MERCADO RAPRE
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 138456

CIP
138456

PUNTAJE
0.80



Nelson David Davila Curi
NELSON DAVID DAVILA CURI
INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48505

CIP
48505 *PUNTAJE*
0.90

Luis Alberto Montesiños Pacheco
LUIS ALBERTO
MONTESIÑOS PACHECO
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 198014

CIP
198014

Puntaje
0.90

Resumen de costos de producción de concreto por m3 de diseño realizado

Diseño	Costo por m3
Patrón 0% Vidrio 0% Nanosilice	S/ --
D-1 3% Vidrio 0.8% Nanosilice	S/ --
D-2 3% Vidrio 1% Nanosilice	S/ --
D-3 5% Vidrio 0.8% Nanosilice	S/ --
D-4 5% Vidrio 1% Nanosilice	S/ --

[Signature]
JHONNY EDUARDO MERCADERO RAPIRE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 138455
 CIP 138455 Puntaje 0.80

Diferencia de costos de producción de los concretos con adición de vidrio molido y nanosilice con respecto del concreto patrón

Diseño	Diferencia
D-1 3% Vidrio 0.8% Nanosilice	S/ --
D-2 3% Vidrio 1% Nanosilice	S/ --
D-3 5% Vidrio 0.8% Nanosilice	S/ --
D-4 5% Vidrio 1% Nanosilice	S/ --

[Signature]
LUIS ALBERTO MONTESINOS PACHECO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 198014

CIP 198014
 Puntaje 0.90



[Signature]
NELSON DAVID DAVILA CURI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48507

CIP 48055
 Puntaje 0.90

ANEXO D: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología de la Investigación
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General				Diseño
¿Es la influencia del vidrio molido y nanosílice en las características físicas y de producción de un concreto de alta resistencia?	Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia.	El empleo de vidrio molido y nanosílice mejora las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia.	Variable Independiente: Vidrio molido y nanosílice	% Vidrio molido y % nanosílice en reemplazo en peso del cemento	Diseño de mezcla patrón (sin adición) 3% de vidrio y 0.8% de nanosílice 3% de vidrio y 1% de nanosílice 5% de vidrio y 0.8% de nanosílice 5% de vidrio y 1% de nanosílice	Cuantitativo. Nivel Explicativo
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específica			Estado fresco:	Tipo
¿Es la influencia del vidrio molido y nanosílice en la temperatura de un concreto de alta resistencia?	Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en la temperatura de un concreto de alta resistencia	El empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la temperatura de un concreto de alta resistencia			Temperatura (C°)	
¿Es la influencia del vidrio molido y nanosílice en la asentamiento de un concreto de alta resistencia?	Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en la asentamiento de un concreto de alta resistencia	El empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la asentamiento de un concreto de alta resistencia			Asentamiento (pulgadas)	Aplicada
¿Es la influencia del vidrio molido y nanosílice en el peso unitario de un concreto de alta resistencia?	Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en el peso unitario de un concreto de alta resistencia	El empleo de vidrio molido y nanosílice disminuye el peso unitario de un concreto de alta resistencia	Variable Dependiente: Características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia	Características físicas	Peso unitario(Kg/m3)	
¿Es la influencia del vidrio molido y nanosílice en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia?	Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia	El empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia			Contenido de aire (%)	
¿Es la influencia del vidrio molido y nanosílice en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia?	Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia	El empleo de vidrio molido y nanosílice aumenta la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia			Estado endurecido: Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Población 60 probetas de concreto estándar 4"X8"
¿Es la influencia del vidrio molido y nanosílice en el costo unitario de un concreto de alta resistencia?	Determinar la influencia del vidrio molido y nanosílice en el costo unitario de un concreto de alta resistencia	El empleo de vidrio molido y nanosílice mantiene el costo unitario de producción de un concreto de alta resistencia		Costos de producción	Costo unitario (\$ / m3)	Muestra 12 probetas - grupo de control y 48 probetas - grupo de prueba con vidrio y nanosílice

**ANEXO E: INFORME DE ENSAYOS DE
LABORATORIO JBO INGENIEROS**



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail:informes@jboingenieros.com

Lima, 24 de enero de 2022

CARTA N° 0 1 1 - 2 0 2 2 - JBO.gt. -

Atención:
Lucero Teves Medina

Asunto : Entrega de Informe de Ensayo

Proyecto : "Influencia del Vidrio Molido y Nanosilíce en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia".

Referencia : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO

De nuestra consideración:

Adjunto al presente, el informe de ensayo cuyo expediente corresponde al N° 311-2021-JBO (33 folios), con los ensayos de Análisis granulométrico de los agregados, Resistencia de abrasión de agregados, Gravedad específica de agregados, Pesos unitarios de agregados, Humedad de los agregados, Diseño teórico de mezclas de concreto de cemento portland, Verificación del diseño de concreto de cemento portland; efectuado a la muestra identificada como procedente del proyecto: "Influencia del Vidrio Molido y Nanosilíce en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia".

Sin otro particular quedo de Ud.,

Atentamente

JBO INGENIEROS S.A.C.
Aseguramiento de la Calidad en Ingeniería

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Gerente Técnico

Exp. N° 311-2021
c.c.:
G. General
Archivo



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina
 DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021

PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
 UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.
 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GROSOS Y FINOS
 MTC E 204 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN : Cantera San Martín
 PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
 CANTIDAD : 100 kg aprox.

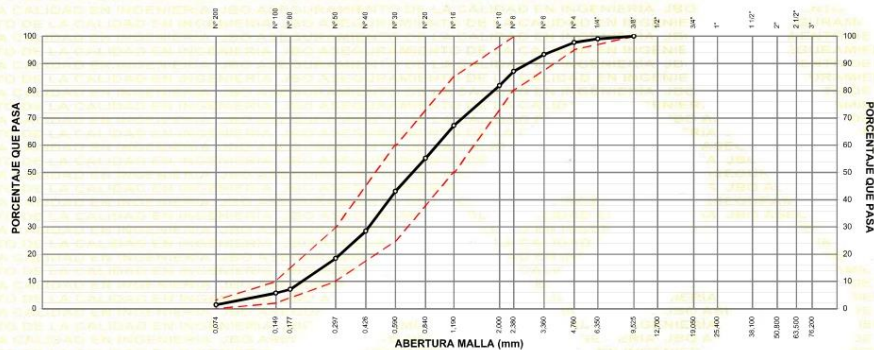
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.0
1/4"	6.250	6.3	1.0	1.0	99.0
N° 4	4.750	8.1	1.3	2.3	97.7
N° 6	3.350	27.5	4.4	6.7	93.3
N° 8	2.360	38.8	6.2	12.9	87.1
N° 10	2.000	32.5	5.2	18.1	81.9
N° 16	1.180	91.9	14.7	32.8	67.2
N° 20	0.850	75.0	12.0	44.8	55.2
N° 30	0.600	75.7	12.1	56.9	43.1
N° 40	0.425	91.3	14.6	71.5	28.5
N° 50	0.300	63.2	10.1	81.6	18.4
N° 80	0.177	70.7	11.3	92.9	7.1
N° 100	0.150	8.8	1.4	94.3	5.7
N° 200	0.075	26.9	4.3	98.6	1.4
-200	MTC E 202	8.8	1.4	100.0	-

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite líquido (%)	(MTC E 110 - 2016)	:	NP
Limite plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Índice plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-11)	:	--
Clasif. para el uso en vías transporte	(ASTM D 3282-09)	:	--

Descripción de la muestra : Agregado fino

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - A solicitud del cliente, se ha evaluado la gradación con el Huso Granulométrico de las Especificaciones Normalizadas para Agregados en Concreto (Tabla 1 de la Norma NTP 400.037).

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:
 - NTP 400.012 / ASTM C 136: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
 - NTP 339.129 / ASTM D 4318: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 - NTP 400.018 / ASTM C 117: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado de agregados

[Firma]
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Personal:
 - Tec.: E.E.A.
 - Rev.: M.M.F.



Fecha de emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina
 DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021

PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
 UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.
 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS
 MTC E 110 - 2016
 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
 MTC E 111 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera San Martin
 DESCRIPCIÓN : Agregado fino
 PRESENTACIÓN : 03 Bolsa de polietileno
 CANTIDAD : 02 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	--	--	--	--	--	--
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--	--	--

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
IND. PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar.
- No se pudo formar los rolillos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 339.129 / ASTM D 4318: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión: Lima, 23 de diciembre del 2021
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Personal:
 - Tec.: E.E.A.
 - Rev.: M.M.F.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosílice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021	FECHA DE INICIO	: Lima, 15 de noviembre del 2021

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO MTC E 215 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Cantera San Martín	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Agregado fino	CANTIDAD	: 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Cantera San Martín
Peso del suelo húmedo (g)	643.7
Peso del suelo seco (g)	625.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.94

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

REFERENCIA:

- NTP 339.185 / ASTM C 566: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Personal:
Téc.: E.E.A.
Rev.: M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.




MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladao 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilíce en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE INICIO	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021		

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Cantera San Martín	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Agregado fino	CANTIDAD	: 100 kg aprox.

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 µm (N° 200) POR LAVADO MTC E 202 - 2016

DESCRIPCIÓN		RESULTADOS
Identificación		Cantera San Martín
Peso del recipiente + suelo seco (sin lavar)	(g)	736.9
Peso del recipiente + suelo seco (lavado)	(g)	728.1
Porcentaje de suelo más fino que el tamiz N° 200	(%)	1.4

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 400.018 / ASTM C 117: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado de agregados

Téc.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.




MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia

DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

MTC E 204 - 2016

Determinación del Módulo de Fineza

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera San Martin PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Agregado fino CANTIDAD : 100 kg aprox.

MALLAS		Agregado fino			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO (g)	RET. (%)	RET. AC. (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100
1/4"	6.250	6.3	1.0	1	99
N° 4	4.750	8.1	1.3	2	98
N° 6	3.350	27.5	4.4	7	93
N° 8	2.360	38.8	6.2	13	87
N° 10	2.000	32.5	5.2	18	82
N°16	1.180	91.9	14.7	33	67
N° 20	0.850	75.0	12.0	45	55
N° 30	0.600	75.7	12.1	57	43
N° 40	0.425	91.3	14.6	72	29
N° 50	0.300	63.2	10.1	82	18
N° 80	0.177	70.7	11.3	93	7
N° 100	0.150	8.8	1.4	94	6
N° 200	0.075	26.9	4.3	99	1
- N° 200	MTC E 202	8.8	1.4	100	0

MÓDULO DE FINEZA
ASTM C 125
2.808

$$MF = \frac{\sum \% \text{ret. ac.} \left(3'' + 1 \frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100 \right)}{100}$$

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:
 - ASTM C 136: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 - ASTM C 117: Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
 - ASTM C 125: Standard terminology relating to concrete and concrete aggregates

Téc. : E.E.A.
 Rev. : M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



[Signature]
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021	FECHA DE INICIO	: Lima, 15 de noviembre del 2021

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Cantera San Martin	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Agregado fino	CANTIDAD	: 100 kg aprox.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS MTC E 205 - 2016

DESCRIPCIÓN		AGREGADO FINO
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	300.0
Peso fiola + H ₂ O	(g)	666.6
Peso fiola + H ₂ O + material	(g)	966.6
Peso fiola + H ₂ O + material saturado y superficie seca	(g)	853.9
Volumen sólidos + volumen de vacíos	(cm ³)	112.7
Peso material seco a 105 °C	(g)	297.9
Volumen de sólidos	(cm ³)	110.6
Peso bulk base seca	(g/cm ³)	2.643
Peso bulk base saturada	(g/cm ³)	2.662
Peso aparente base seca	(g/cm ³)	2.693
Absorción	(%)	0.70

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 400.022 / ASTM C 128: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

Personal:
Téc. : E.E.A.
Rev. : M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS MTC E 203 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera San Martin PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Agregado fino CANTIDAD : 100 kg aprox.

REFERENCIAS DEL ENSAYO

VOLUMEN DEL MOLDE - AGREGADO FINO (cm³): 2788.4
PESO DEL MOLDE - AGREGADO FINO (g): 2753
PESO ESPECÍFICO BULK SECO AGREGADO FINO (g/cm³): 2.643

N°	AGREGADO FINO					
	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA		
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm ³)	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm ³)
1	6770	4017	1.441	7379	4626	1.659
2	6772	4019	1.441	7378	4625	1.659
3	6773	4020	1.442	7378	4625	1.659
	Promedio		1.441	Promedio		1.659
	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)		1441	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)		1659
	VACÍOS (%)		45.4	VACÍOS (%)		37.1

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 400.017 / ASTM C 29: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

Personal:
Téc.: E.E.A.
Rev.: M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina
 DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021
 PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
 UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.
 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
 MTC E 204 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria

PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.

CANTIDAD : 100 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
SERIE AMERICANA	MALLAS	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
	ABERTURA (mm)				
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				100.0
3/4"	19.000	209.0	4.1	4.1	95.9
1/2"	12.500	1452.5	28.5	32.6	67.4
3/8"	9.500	840.9	16.5	49.1	50.9
1/4"	6.250	1442.3	28.3	77.4	22.6
N° 4	4.750	1151.8	22.6	100.0	0.0
N° 6	3.350				
N° 8	2.360				
N° 10	2.000				
N° 16	1.180				
N° 20	0.850				
N° 30	0.600				
N° 40	0.425				
N° 50	0.300				
N° 80	0.177				
N° 100	0.150				
N° 200	0.075				
-200	MTC E 202				

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Limite líquido (%)	(MTC E 110 - 2016)	: --
Limite plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	: --
Índice plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	: --
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-11)	: --
Clasif. para el uso en vías transporte	(ASTM D 3282-09)	: --

Descripción de la muestra : Agregado grueso

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - A solicitud del cliente, se ha evaluado la gradación con el Huso Granulométrico 67 de las Especificaciones Normalizadas para Agregados en Concreto (Tabla 4 de la Norma NTP 400.037).

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:
 - NTP 400.012 / ASTM C 136: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global



**MARCO ANTONIO
 MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318**

Personal:
 - Tec.: E.E.A.
 - Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosílice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021	FECHA DE INICIO	: Lima, 15 de noviembre del 2021

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO MTC E 215 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Cantera Gloria	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Agregado grueso	CANTIDAD	: 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Cantera Gloria
Peso del suelo húmedo (g)	5106.3
Peso del suelo seco (g)	5096.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.19

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

REFERENCIA:

- NTP 339.185 / ASTM C 566: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Personal:
Téc.: E.E.A.
Rev.: M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.




MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Vallacolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021	FECHA DE INICIO	: Lima, 15 de noviembre del 2021

ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 MM (1 1/2") MTC E 207 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Cantera Gloria	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Agregado grueso	CANTIDAD	: 100 kg aprox.

REFERENCIAS DEL ENSAYO

DATOS DEL ENSAYO		PROCESO DEL ENSAYO	RESULTADO (% DE PÉRDIDAS)
Tamaño máximo nominal	: 1"	Peso seco inicial lavado (g):	5000
Gradación	: "A"	Peso seco final tamizado (g):	4503
Número de esferas	: 12		10

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 400.019 / ASTM C 131: Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Angeles

Personal:

Téc.: E.E.A.
Rev.: M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión: Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.




MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021	FECHA DE INICIO	: Lima, 15 de noviembre del 2021

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Cantera Gloria	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Agregado grueso	CANTIDAD	: 100 kg aprox.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GROSOS MTC E 206 - 2016

DESCRIPCIÓN		AGREGADO GRUESO
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	4210.0
Peso material saturado y superficie seca (en agua)	(g)	2766.2
Volumen sólidos + volumen de vacíos	(cm ³)	1443.8
Peso material seco a 105 °C	(g)	4188.2
Volumen de sólidos	(cm ³)	1422.0
Peso bulk base seca	(g/cm ³)	2.901
Peso bulk base saturada	(g/cm ³)	2.916
Peso aparente base seca	(g/cm ³)	2.945
Absorción	(%)	0.52

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 400.021 / ASTM C 127: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

Personal:
Téc. : E.E.A.
Rev. : M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.




MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS MTC E 203 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Agregado grueso CANTIDAD : 100 kg aprox.

REFERENCIAS DEL ENSAYO

VOLUMEN DEL MOLDE - AGREGADO GRUESO (cm³): 14017
PESO DEL MOLDE - AGREGADO GRUESO (g): 9796
PESO ESPECÍFICO BULK SECO AGREGADO GRUESO (g/cm³): 2.901

AGREGADO GRUESO						
N°	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA		
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm ³)	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm ³)
1	31480	21684	1.547	34130	24334	1.736
2	31480	21684	1.547	34135	24339	1.736
3	31470	21674	1.546	34130	24334	1.736
Promedio			1.547	Promedio		1.736
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)			1547	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)		1736
VACÍOS (%)			46.6	VACÍOS (%)		40.0

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 400.017 / ASTM C 29: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

Personal:
Téc.: E.E.A.
Rev.: M.M.F.


MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.





Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
 DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

PESO UNITARIO COMPACTADO MÁXIMO DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS MTC E 203 - 2016

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO : Cantera Gloria (Piedra chancada) PRESENTACIÓN : 04 Sacos de polipropileno.
 AGREGADO FINO : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada) CANTIDAD : 120 kg aprox.

REFERENCIAS DEL ENSAYO

VOLUMEN DEL MOLDE - AGREGADO GRUESO (cm³): 14017
 PESO DEL MOLDE - AGREGADO GRUESO (g): 9796

MEZCLA 1			
N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO (%)	40
		AGREGADO FINO (%)	60
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm ³)
1	32771	22975	1.639
2	32775	22979	1.639
3	32780	22984	1.640
Promedio			1.639
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)			1639

MEZCLA 2			
N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO (%)	45
		AGREGADO FINO (%)	55
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm ³)
1	33149	23353	1.666
2	33158	23362	1.667
3	33160	23364	1.667
Promedio			1.666
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)			1666

MEZCLA 3			
N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO (%)	50
		AGREGADO FINO (%)	50
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm ³)
1	33520	23724	1.693
2	33540	23744	1.694
3	33538	23742	1.694
Promedio			1.693
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)			1693

MEZCLA 4			
N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO (%)	55
		AGREGADO FINO (%)	45
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm ³)
1	33696	23900	1.705
2	33693	23897	1.705
3	33697	23901	1.705
Promedio			1.705
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)			1705

MEZCLA 5			
N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO (%)	60
		AGREGADO FINO (%)	40
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm ³)
1	33577	23781	1.697
2	33580	23784	1.697
3	33582	23786	1.697
Promedio			1.697
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)			1697

MEZCLA 6			
N°	COMBINACIÓN	AGREGADO GRUESO (%)	65
		AGREGADO FINO (%)	35
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm ³)
1	33474	23678	1.689
2	33480	23684	1.690
3	33478	23682	1.689
Promedio			1.689
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)			1689



RESULTADOS		
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (kg/m ³)	1705	
ÓPTIMO PORCENTAJES DE MEZCLA DE AGREGADOS	AGREGADO GRUESO	55%
	AGREGADO FINO	45%

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:
 - NTP 400.017 / ASTM C 29: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

Personal:
 Téc.: E.E.A.
 Rev.: M.M.F.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión: Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



[Firma]
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-883-0473 / 683-0476
E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA INICIO ENSAYO	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021		
REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: SOL
RESISTENCIA f_c	: 420 kg/cm ²	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Varios	PESO ESPECÍFICO	: 3.11 g/cm ³
ASENTAMIENTO TEÓRICO	: 2 a 7 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: 3.4 pulg
RELACIÓN A/C	: 0.35	FACTOR CEMENTO	: 17 bolsas/m ³
AGREGADOS		FINO	
GRUESO	: Cantera Gloria (Piedra chancada)	FINO	: Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)
FUENTE DE AGUA			
	: Agua potable		

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN			FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm ³)	(ASTM C-127/C-128)	2.643	2.901
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m ³)	(ASTM C-29)	1441	1547
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m ³)	(ASTM C-29)	1659	1736
IV ABSORCIÓN	(%)	(ASTM C-127/C-128)	0.70	0.52
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	(ASTM C-566)	2.94	0.19
VI MÓDULO DE FINEZA		(ASTM C-125)	2.81	--
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		--	3/4

DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	723 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	588 kg	34.58 (kg./bol.)	0.85
AGREGADO GRUESO	789 kg	46.40 (kg./bol.)	1.06
AGUA	253 litros ó kg	14.88 (litros/bol.)	14.88 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	723 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	606 kg	35.60 (kg./bol.)	0.85
AGREGADO GRUESO	791 kg	46.48 (kg./bol.)	1.06
AGUA	242 litros ó kg	14.25 (litros/bol.)	14.25 (litros/bol.)

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia

DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.

FECHA DE MUESTREO : La indicada FECHA DE ENSAYO : La indicada

REFERENCIAS DE LA MUESTRA **EQUIPO**

ESTRUCTURA : Muestreado en Laboratorio MARCA : Molde (Cono de Abrams)

DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP) ASTM C143 / C143M

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I

Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)

Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²

Slump de diseño : 2 a 7 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	TEMPERATURA (°C)	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (pulg.)
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 1	20/11/2021	12:10:00 a.m.	21.0	3.4
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 2	20/11/2021	12:20:00 a.m.	21.0	3.3
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 3	20/11/2021	12:30:00 a.m.	21.0	3.4

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tpo I, proporcionado por el solicitante.

Referencia:

ASTM C 143/C143M-10a Standard test method for Slump of Hydraulic - Cement Concrete.

Tec.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.




MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
 DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : La Indicada
 DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

EQUIPO

MEDIDOR : Olla Washington
 TIPO : "B"

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
 Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
 Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
 Contenido de aire de diseño : 2.0 %

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN
 MTC E 706 - 2016**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	PESO UNITARIO (kg/m ³)	CONTENIDO DE AIRE (%)
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 1	20/11/2021	12:10:00 a.m.	2380	2.4
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 2	20/11/2021	12:20:00 a.m.	2376	2.3
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 3	20/11/2021	12:30:00 a.m.	2378	2.4

OBSERVACIONES:

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.

Referencia:

NTP 339.083: Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión.
 ASTM C 231: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
 AASHTO T 152: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.
 Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE MUESTREO	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE MUESTREO	: Lima, 15 de noviembre del 2021	FECHA DE ENSAYO	: 15 de noviembre del 2021
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO	
ESTRUCTURA	: Varios	MARCA	: ELE INTERNATIONAL, Modelo: 36-056/02 Serie: No indica
DESCRIPCIÓN	: Probetas cilíndricas de concreto		

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
Slump de diseño : 2 a 7 pulg
Contenido de aire de diseño : 2.0 %

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)
Especimen N° 1 - 03 días	20/11/2021	23/11/2021	3	10.0	15,080	192
Especimen N° 2 - 03 días	20/11/2021	23/11/2021	3	10.0	15,050	192
Especimen N° 3 - 03 días	20/11/2021	23/11/2021	3	10.0	14,950	190
Especimen N° 1 - 07 días	20/11/2021	27/11/2021	7	10.1	24,036	300
Especimen N° 2 - 07 días	20/11/2021	27/11/2021	7	10.1	23,670	298
Especimen N° 3 - 07 días	20/11/2021	27/11/2021	7	10.0	23,485	299
Especimen N° 1 - 14 días	20/11/2021	04/12/2021	14	10.0	30,002	382
Especimen N° 2 - 14 días	20/11/2021	04/12/2021	14	10.0	29,924	381
Especimen N° 3 - 14 días	20/11/2021	04/12/2021	14	10.1	30,520	381
Especimen N° 1 - 28 días	20/11/2021	18/12/2021	28	10.1	33,810	422
Especimen N° 2 - 28 días	20/11/2021	18/12/2021	28	10.1	33,730	421
Especimen N° 3 - 28 días	20/11/2021	18/12/2021	28	10.0	33,144	422

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.

Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.



Tec.: D.A.A.
M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 18 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021	FECHA INICIO ENSAYO	: Lima, 15 de noviembre del 2021
REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: SOL
RESISTENCIA f'_c	: 420 kg/cm ²	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Varios	PESO ESPECÍFICO	: 3.11 g/cm ³
ASENTAMIENTO TEÓRICO	: 2 a 7 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: 13.9 pulg
RELACIÓN A/C	: 0.35	FACTOR CEMENTO	: 17 bolsas/m ³
AGREGADOS		FINO	
GRUESO	: Cantera Gloria (Piedra chancada)		: Cantera San Martín (Arena natural zarandeadá)
FUENTE DE AGUA			
	: Agua potable		

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO	
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm ³)	(ASTM C-127/C-128)	2.843	2.901
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m ³)	(ASTM C-29)	1441	1547
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m ³)	(ASTM C-29)	1659	1736
IV ABSORCIÓN	(%)	(ASTM C-127/C-128)	0.70	0.52
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	(ASTM C-566)	2.94	0.19
VI MÓDULO DE FINEZA		(ASTM C-125)	2.81	--
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		--	3/4

DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	723 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	588 kg	34.58 (kg./bol.)	0.85
AGREGADO GRUESO	789 kg	46.40 (kg./bol.)	1.06
AGUA	253 litros ó kg	14.88 (litros/bol.)	14.88 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	723 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	606 kg	35.60 (kg./bol.)	0.85
AGREGADO GRUESO	791 kg	46.48 (kg./bol.)	1.06
AGUA	242 litros ó kg	14.25 (litros/bol.)	14.25 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN HÚMEDO CON ADICIONANTES					
PESOS PARA MEZCLA PATRON POR METRO CÚBICO DE CONCRETO			PESOS PARA MEZCLA CON ADICIONANTES (VIDRIO MOLIDO Y NANOSÍLICE) POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		
CEMENTO	100%	723 kg	CEMENTO	94.0 %	679 kg
			VIDRIO MOLIDO (POLVO)	5.0 %	36 kg
			NANOSÍLICE (LÍQUIDO)	1.0 %	7 kg
AGREGADO FINO		606 kg	AGREGADO FINO		606 kg
AGREGADO GRUESO		791 kg	AGREGADO GRUESO		791 kg
AGUA		242 litros ó kg	AGUA		242 litros ó kg

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los adicicionantes, vidrio molido (polvo) y nanosilice (liquido), fueron proporcionados por el solicitante.


MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia

DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.

FECHA DE MUESTREO : La indicada FECHA DE ENSAYO : La indicada

REFERENCIAS DE LA MUESTRA EQUIPO

ESTRUCTURA : Muestreado en Laboratorio MARCA : Molde (Cono de Abrams)

DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP) ASTM C143 / C143M

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I

Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)

Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)

Adicionante 1 : 5.0% de Vidrio molido (Polvo)

Adicionante 2 : 1.0% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²

Slump de diseño : 2 a 7 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	TEMPERATURA (°C)	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (pulg.)
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 1	22/11/2021	02:30:00 p.m.	22.2	5.6
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 2	22/11/2021	02:40:00 p.m.	22.3	5.5
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 3	22/11/2021	02:50:00 p.m.	22.1	5.6

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varien.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los aditivos, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 6.0% de cemento, por 5.0% de Vidrio molido y 1.0% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia:

ASTM C 143/C143M-10a Standard test method for Slump of Hydraulic - Cement Concrete.

Tec.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : La Indicada
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

EQUIPO

MEDIDOR : Olla Washington
TIPO : "B"

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)
Adicionante 1 : 5.0% de Vidrio molido (Polvo)
Adicionante 2 : 1.0% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
Contenido de aire de diseño : 2.0 %

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN MTC E 706 - 2016

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	PESO UNITARIO (kg/m ³)	CONTENIDO DE AIRE (%)
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 1	22/11/2021	02:30:00 p.m.	2315	2.0
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 2	22/11/2021	02:40:00 p.m.	2314	2.1
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 3	22/11/2021	02:50:00 p.m.	2315	2.0

OBSERVACIONES:

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los aditivos, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 6.0% de cemento, por 5.0% de Vidrio molido y 1.0% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia:

NTP 339.083: Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión.
ASTM C 231: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
ASHTO T 152: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.
Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE ENSAYO	: 15 de noviembre del 2021
FECHA DE MUESTREO	: Lima, 15 de noviembre del 2021		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO	
ESTRUCTURA	: Varios	MARCA	: ELE INTERNATIONAL, Modelo: 36-056/02 Serie: No indica
DESCRIPCIÓN	: Probetas cilíndricas de concreto		

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandada)
Adicionante 1 : 5.0% de Vidrio molido (Polvo)
Adicionante 2 : 1.0% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
Slump de diseño : 2 a 7 pulg
Contenido de aire de diseño : 2.0 %

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)
Especimen N° 1 - 03 días	22/11/2021	25/11/2021	3	10.0	15,708	200
Especimen N° 2 - 03 días	22/11/2021	25/11/2021	3	10.0	15,629	199
Especimen N° 3 - 03 días	22/11/2021	25/11/2021	3	10.0	15,708	200
Especimen N° 1 - 07 días	22/11/2021	29/11/2021	7	10.0	26,232	334
Especimen N° 2 - 07 días	22/11/2021	29/11/2021	7	10.0	25,918	330
Especimen N° 3 - 07 días	22/11/2021	29/11/2021	7	10.0	25,997	331
Especimen N° 1 - 14 días	22/11/2021	06/12/2021	14	10.1	32,368	404
Especimen N° 2 - 14 días	22/11/2021	06/12/2021	14	10.0	31,730	404
Especimen N° 3 - 14 días	22/11/2021	06/12/2021	14	10.1	32,288	403
Especimen N° 1 - 28 días	22/11/2021	20/12/2021	28	10.0	34,479	439
Especimen N° 2 - 28 días	22/11/2021	20/12/2021	28	10.0	34,715	442
Especimen N° 3 - 28 días	22/11/2021	20/12/2021	28	10.0	34,558	440

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los adiciones, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 6.0% de cemento, por 5.0% de Vidrio molido y 1.0% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia: ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Tec.: D.A.A.
Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 20 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA INICIO ENSAYO	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021		
REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: SOL
RESISTENCIA f'_c	: 420 kg/cm ²	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Varios	PESO ESPECÍFICO	: 3.11 g/cm ³
ASENTAMIENTO TEÓRICO	: 2 a 7 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: 13.0 pulg
RELACIÓN A/C	: 0.35	FACTOR CEMENTO	: 17 bolsas/m ³
AGREGADOS		FINO	: Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)
GRUESO	: Cantera Gloria (Piedra chancada)		
FUENTE DE AGUA	: Agua potable		

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm ³) (ASTM C-127/C-128)	2.643	2.901
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m ³) (ASTM C-29)	1441	1547
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m ³) (ASTM C-29)	1659	1736
IV ABSORCIÓN	(%) (ASTM C-127/C-128)	0.70	0.52
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) (ASTM C-566)	2.94	0.19
VI MÓDULO DE FINEZA	(ASTM C-125)	2.81	--
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)	--	3/4

DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	723 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	588 kg	34.58 (kg./bol.)	0.85
AGREGADO GRUESO	789 kg	46.40 (kg./bol.)	1.06
AGUA	253 litros ó kg	14.88 (litros/bol.)	14.88 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	723 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	606 kg	35.60 (kg./bol.)	0.85
AGREGADO GRUESO	791 kg	46.48 (kg./bol.)	1.06
AGUA	242 litros ó kg	14.25 (litros/bol.)	14.25 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN HÚMEDO CON ADICIONANTES					
PESOS PARA MEZCLA PATRON POR METRO CÚBICO DE CONCRETO			PESOS PARA MEZCLA CON ADICIONANTES (VIDRIO MOLIDO Y NANOSÍLICE) POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		
CEMENTO	100%	723 kg	CEMENTO	94.2%	681 kg
			VIDRIO MOLIDO (POLVO)	5.0%	36 kg
			NANOSÍLICE (LIQUIDO)	0.8%	6 kg
AGREGADO FINO		606 kg	AGREGADO FINO		606 kg
AGREGADO GRUESO		791 kg	AGREGADO GRUESO		791 kg
AGUA		242 litros ó kg	AGUA		242 litros ó kg

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los adicicionantes, vidrio molido (polvo) y nanosilice (liquido), fueron proporcionados por el solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.
FECHA DE MUESTREO : La indicada FECHA DE ENSAYO : La indicada

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Muestreo en Laboratorio
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

EQUIPO

MARCA : Molde (Cono de Abrams)

ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP) ASTM C143 / C143M

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)
Adicionante 1 : 5.0% de Vidrio molido (Polvo)
Adicionante 2 : 0.8% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
Slump de diseño : 2 a 7 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	TEMPERATURA (°C)	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (pulg.)
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 1	23/11/2021	10:33:00 a.m.	21.4	4.5
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 2	23/11/2021	10:43:00 a.m.	21.5	4.6
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 3	23/11/2021	10:53:00 a.m.	21.4	4.5

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tpo I, proporcionado por el solicitante.
- Los adicionantes, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 5.8% de cemento, por 5.0% de Vidrio molido y 0.8% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia:

ASTM C 143/C143M-10a Standard test method for Slump of Hydraulic - Cement Concrete.

Tec.: E.E.A.
Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
 DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : La Indicada
 DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

EQUIPO

MEDIDOR : Olla Washington
 TIPO : "B"

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
 Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
 Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)
 Adicionante 1 : 5.0% de Vidrio molido (Polvo)
 Adicionante 2 : 0.8% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
 Contenido de aire de diseño : 2.0 %

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN
 MTC E 706 - 2016**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	PESO UNITARIO (kg/m ³)	CONTENIDO DE AIRE (%)
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 1	23/11/2021	10:33:00 a.m.	2327	1.8
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 2	23/11/2021	10:43:00 a.m.	2327	1.8
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 3	23/11/2021	10:53:00 a.m.	2329	1.8

OBSERVACIONES:

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los aditivos, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 5.8% de cemento, por 5.0% de Vidrio molido y 0.8% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia:

NTP 339.083: Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión.
 ASTM C 231: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
 AASHTO T 152: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.
 Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
Calle Vallacolidi 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE MUESTREO	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE MUESTREO	: Lima, 15 de noviembre del 2021	FECHA DE ENSAYO	: 15 de noviembre del 2021
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO	
ESTRUCTURA	: Varios	MARCA	: ELE INTERNATIONAL, Modelo: 36-056/02 Serie: No indica
DESCRIPCIÓN	: Probetas cilíndricas de concreto		

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandada)
Adicionante 1 : 5.0% de Vidrio molido (Polvo)
Adicionante 2 : 0.8% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
Slump de diseño : 2 a 7 pulg
Contenido de aire de diseño : 2.0 %

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)
Especimen N° 1 - 03 días	23/11/2021	26/11/2021	3	10.0	14,130	180
Especimen N° 2 - 03 días	23/11/2021	26/11/2021	3	10.0	14,290	182
Especimen N° 3 - 03 días	23/11/2021	26/11/2021	3	10.0	14,138	180
Especimen N° 1 - 07 días	23/11/2021	30/11/2021	7	10.0	21,670	276
Especimen N° 2 - 07 días	23/11/2021	30/11/2021	7	10.1	22,033	275
Especimen N° 3 - 07 días	23/11/2021	30/11/2021	7	10.1	22,180	277
Especimen N° 1 - 14 días	23/11/2021	07/12/2021	14	10.1	29,000	362
Especimen N° 2 - 14 días	23/11/2021	07/12/2021	14	10.0	28,435	362
Especimen N° 3 - 14 días	23/11/2021	07/12/2021	14	10.0	28,425	362
Especimen N° 1 - 28 días	23/11/2021	21/12/2021	28	10.0	31,400	400
Especimen N° 2 - 28 días	23/11/2021	21/12/2021	28	10.1	32,048	400
Especimen N° 3 - 28 días	23/11/2021	21/12/2021	28	10.0	31,490	401

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los adiciones, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 5.8% de cemento, por 5.0% de Vidrio molido y 0.8% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia: ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Tec.: D.A.A.
Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 21 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA INICIO ENSAYO	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021		
REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: SOL
RESISTENCIA $f'c$	: 420 kg/cm ²	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Varios	PESO ESPECÍFICO	: 3.11 g/cm ³
ASENTAMIENTO TEÓRICO	: 2 a 7 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: 13.5 pulg
RELACIÓN A/C	: 0.35	FACTOR CEMENTO	: 17 bolsas/m ³
AGREGADOS		FINO	: Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)
GRUESO	: Cantera Gloria (Piedra chancada)		
FUENTE DE AGUA	: Agua potable		

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm ³) (ASTM C-127/C-128)	2.643	2.901
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m ³) (ASTM C-29)	1441	1547
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m ³) (ASTM C-29)	1659	1736
IV ABSORCIÓN	(%) (ASTM C-127/C-128)	0.70	0.52
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) (ASTM C-566)	2.94	0.19
VI MÓDULO DE FINEZA	(ASTM C-125)	2.81	--
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)	--	3/4

DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	723 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	588 kg	34.58 (kg./bol.)	0.85
AGREGADO GRUESO	789 kg	46.40 (kg./bol.)	1.06
AGUA	253 litros ó kg	14.88 (litros/bol.)	14.88 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	723 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	606 kg	35.60 (kg./bol.)	0.85
AGREGADO GRUESO	791 kg	46.48 (kg./bol.)	1.06
AGUA	242 litros ó kg	14.25 (litros/bol.)	14.25 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN HÚMEDO CON ADICIONANTES					
PESOS PARA MEZCLA PATRON POR METRO CÚBICO DE CONCRETO			PESOS PARA MEZCLA CON ADICIONANTES (VIDRIO MOLIDO Y NANOSÍLICE) POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		
CEMENTO	100%	723 kg	CEMENTO	96.0 %	694 kg
			VIDRIO MOLIDO (POLVO)	3.0 %	22 kg
			NANOSÍLICE (LIQUIDO)	1.0 %	7 kg
AGREGADO FINO		606 kg	AGREGADO FINO		606 kg
AGREGADO GRUESO		791 kg	AGREGADO GRUESO		791 kg
AGUA		242 litros ó kg	AGUA		242 litros ó kg

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los adicicionantes, vidrio molido (polvo) y nanosilice (liquido), fueron proporcionados por el solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.
FECHA DE MUESTREO : La indicada FECHA DE ENSAYO : La indicada

REFERENCIAS DE LA MUESTRA EQUIPO
ESTRUCTURA : Muestreado en Laboratorio MARCA : Molde (Cono de Abrams)
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP) ASTM C143 / C143M

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)
Adicionante 1 : 3.0% de Vidrio molido (Polvo)
Adicionante 2 : 1.0% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
Slump de diseño : 2 a 7 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	TEMPERATURA (°C)	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (pulg.)
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 1	24/11/2021	04:30:00 p.m.	22.2	4.9
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 2	24/11/2021	04:40:00 p.m.	22.1	4.9
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 3	24/11/2021	04:50:00 p.m.	22.1	4.8

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los aditivos, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 4.0% de cemento, por 3.0% de Vidrio molido y 1.0% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia: ASTM C 143/C143M-10a Standard test method for Slump of Hydraulic - Cement Concrete.

Tec.: E.E.A.
Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-883-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
 DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : La Indicada
 DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

EQUIPO

MEDIDOR : Olla Washington
 TIPO : "B"

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
 Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
 Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)
 Adicionante 1 : 3.0% de Vidrio molido (Polvo)
 Adicionante 2 : 1.0% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
 Contenido de aire de diseño : 2.0 %

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN
 MTC E 706 - 2016**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	PESO UNITARIO (kg/m ³)	CONTENIDO DE AIRE (%)
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 1	24/11/2021	04:30:00 p.m.	2334	2.2
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 2	24/11/2021	04:40:00 p.m.	2332	2.2
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 3	24/11/2021	04:50:00 p.m.	2331	2.2

OBSERVACIONES:

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los aditivos, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 4.0% de cemento, por 3.0% de Vidrio molido y 1.0% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia:

NTP 339.083: Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión.
 ASTM C 231: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
 AASHTO T 152: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.
 Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE ENSAYO	: 15 de noviembre del 2021
FECHA DE MUESTREO	: Lima, 15 de noviembre del 2021		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO	
ESTRUCTURA	: Varios	MARCA	: ELE INTERNATIONAL, Modelo: 36-056/02 Serie: No indica
DESCRIPCIÓN	: Probetas cilíndricas de concreto		

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandada)
Adicionante 1 : 3.0% de Vidrio molido (Polvo)
Adicionante 2 : 1.0% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
Slump de diseño : 2 a 7 pulg
Contenido de aire de diseño : 2.0 %

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)
Especimen N° 1 - 03 días	24/11/2021	27/11/2021	3	10.0	16,100	205
Especimen N° 2 - 03 días	24/11/2021	27/11/2021	3	10.0	16,180	206
Especimen N° 3 - 03 días	24/11/2021	27/11/2021	3	10.0	16,165	206
Especimen N° 1 - 07 días	24/11/2021	01/12/2021	7	10.0	29,060	370
Especimen N° 2 - 07 días	24/11/2021	01/12/2021	7	10.0	29,130	371
Especimen N° 3 - 07 días	24/11/2021	01/12/2021	7	10.0	29,200	372
Especimen N° 1 - 14 días	24/11/2021	08/12/2021	14	10.0	35,730	455
Especimen N° 2 - 14 días	24/11/2021	08/12/2021	14	10.0	35,860	457
Especimen N° 3 - 14 días	24/11/2021	08/12/2021	14	10.0	35,910	457
Especimen N° 1 - 28 días	24/11/2021	22/12/2021	28	10.0	38,448	490
Especimen N° 2 - 28 días	24/11/2021	22/12/2021	28	10.0	38,500	490
Especimen N° 3 - 28 días	24/11/2021	22/12/2021	28	10.1	39,258	490

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los adiciones, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 4.0% de cemento, por 3.0% de Vidrio molido y 1.0% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia: ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Tec.: D.A.A.
Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 22 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA INICIO ENSAYO	: Lima, 15 de noviembre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de noviembre del 2021		
REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: SOL
RESISTENCIA f'_c	: 420 kg/cm ²	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Varios	PESO ESPECÍFICO	: 3.11 g/cm ³
ASENTAMIENTO TEÓRICO	: 2 a 7 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: 12.8 pulg
RELACION A/C	: 0.35	FACTOR CEMENTO	: 17 bolsas/m ³
AGREGADOS		FINO	: Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)
GRUESO	: Cantera Gloria (Piedra chancada)		
FUENTE DE AGUA	: Agua potable		

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm ³) (ASTM C-127/C-128)	2.643	2.901
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m ³) (ASTM C-29)	1441	1547
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m ³) (ASTM C-29)	1659	1736
IV ABSORCIÓN	(%) (ASTM C-127/C-128)	0.70	0.52
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) (ASTM C-566)	2.94	0.19
VI MÓDULO DE FINEZA	(ASTM C-125)	2.81	--
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)	--	3/4

DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	723 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	588 kg	34.58 (kg./bol.)	0.85
AGREGADO GRUESO	789 kg	46.40 (kg./bol.)	1.06
AGUA	253 litros ó kg	14.88 (litros/bol.)	14.88 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	723 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	606 kg	35.60 (kg./bol.)	0.85
AGREGADO GRUESO	791 kg	46.48 (kg./bol.)	1.06
AGUA	242 litros ó kg	14.25 (litros/bol.)	14.25 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN HÚMEDO CON ADICIONANTES					
PESOS PARA MEZCLA PATRON POR METRO CÚBICO DE CONCRETO			PESOS PARA MEZCLA CON ADICIONANTES (VIDRIO MOLIDO Y NANOSÍLICE) POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		
CEMENTO	100%	723 kg	CEMENTO	96.2%	695 kg
			VIDRIO MOLIDO (POLVO)	3.0%	22 kg
			NANOSÍLICE (LIQUIDO)	0.8%	6 kg
AGREGADO FINO		606 kg	AGREGADO FINO		606 kg
AGREGADO GRUESO		791 kg	AGREGADO GRUESO		791 kg
AGUA		242 litros ó kg	AGUA		242 litros ó kg

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los adicicionantes, vidrio molido (polvo) y nanosilice (liquido), fueron proporcionados por el solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia

DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima.

FECHA DE MUESTREO : La indicada FECHA DE ENSAYO : La indicada

REFERENCIAS DE LA MUESTRA EQUIPO

ESTRUCTURA : Muestreado en Laboratorio MARCA : Molde (Cono de Abrams)

DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP) ASTM C143 / C143M

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I

Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)

Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)

Adicionante 1 : 3.0% de Vidrio molido (Polvo)

Adicionante 2 : 0.8% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²

Slump de diseño : 2 a 7 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	TEMPERATURA (°C)	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (pulg.)
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 1	25/11/2021	11:20:00 a.m.	21.4	4.0
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 2	25/11/2021	11:30:00 a.m.	21.5	4.0
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba Slump 3	25/11/2021	11:40:00 a.m.	21.5	4.1

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varien.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los aditivos, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 3.8% de cemento, por 3.0% de Vidrio molido y 0.8% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia:

ASTM C 143/C143M-10a Standard test method for Slump of Hydraulic - Cement Concrete.

Tec.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318





Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayrazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Lucero Teves Medina PROYECTO : Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
 DIRECCIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO UBICACIÓN : Magdalena del Mar, Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de noviembre del 2021 FECHA DE INICIO : Lima, 15 de noviembre del 2021

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : La Indicada
 DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

EQUIPO

MEDIDOR : Olla Washington
 TIPO : "B"

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
 Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
 Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandeada)
 Aditivo 1 : 3.0% de Vidrio molido (Polvo)
 Aditivo 2 : 0.8% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
 Contenido de aire de diseño : 2.0 %

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN
 MTC E 706 - 2016**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	PESO UNITARIO (kg/m ³)	CONTENIDO DE AIRE (%)
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 1	25/11/2021	11:20:00 a.m.	2350	2.1
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 2	25/11/2021	11:30:00 a.m.	2352	2.0
Resistencia de diseño 420 Kg/cm ² - Prueba 3	25/11/2021	11:40:00 a.m.	2352	2.1

OBSERVACIONES:

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los aditivos, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 3.8% de cemento, por 3.0% de Vidrio molido y 0.8% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia:

NTP 339.083: Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión.
 ASTM C 231: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
 AASHTO T 152: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.
 Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



(Firma)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 311-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Lucero Teves Medina	PROYECTO	: Influencia del Vidrio Molido y Nanosilice en las características físicas y costo de producción de un Concreto de Alta Resistencia
DIRECCIÓN	: Magdalena del Mar, Lima	UBICACIÓN	: Magdalena del Mar, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 311-2021-JBO	FECHA DE ENSAYO	: 15 de noviembre del 2021
FECHA DE MUESTREO	: Lima, 15 de noviembre del 2021		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO	
ESTRUCTURA	: Varios	MARCA	: ELE INTERNATIONAL, Modelo: 36-056/02 Serie: No indica
DESCRIPCIÓN	: Probetas cilíndricas de concreto		

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

COMPONENTES DEL CONCRETO

Cemento : SOL Tipo I
Agregado grueso : Cantera Gloria (Piedra chancada)
Agregado fino : Cantera San Martín (Arena natural zarandada)
Aditivo 1 : 3.0% de Vidrio molido (Polvo)
Aditivo 2 : 0.8% de Nanosilice (Líquido)

DATOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 420 kg/cm²
Slump de diseño : 2 a 7 pulg
Contenido de aire de diseño : 2.0 %

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)
Especimen N° 1 - 03 días	25/11/2021	28/11/2021	3	10.0	16,650	212
Especimen N° 2 - 03 días	25/11/2021	28/11/2021	3	10.1	16,985	212
Especimen N° 3 - 03 días	25/11/2021	28/11/2021	3	10.0	16,572	211
Especimen N° 1 - 07 días	25/11/2021	02/12/2021	7	10.0	27,567	351
Especimen N° 2 - 07 días	25/11/2021	02/12/2021	7	10.0	27,646	352
Especimen N° 3 - 07 días	25/11/2021	02/12/2021	7	10.1	28,041	350
Especimen N° 1 - 14 días	25/11/2021	09/12/2021	14	10.0	33,930	432
Especimen N° 2 - 14 días	25/11/2021	09/12/2021	14	10.0	34,000	433
Especimen N° 3 - 14 días	25/11/2021	09/12/2021	14	10.0	33,950	432
Especimen N° 1 - 28 días	25/11/2021	23/12/2021	28	10.0	36,120	460
Especimen N° 2 - 28 días	25/11/2021	23/12/2021	28	10.1	36,850	460
Especimen N° 3 - 28 días	25/11/2021	23/12/2021	28	10.0	36,145	460

OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen del zarandeo de la arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Cemento Sol Tipo I, proporcionado por el solicitante.
- Los aditivos, vidrio molido (polvo) y nanosilice (líquido), fueron proporcionados por el solicitante.
- A solicitud del cliente, se realizó el remplazo de 3.8% de cemento, por 3.0% de Vidrio molido y 0.8% de Nanosilice. Todos los porcentajes son respecto del total del peso del cemento.

Referencia: ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Tec.: D.A.A.
Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de diciembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



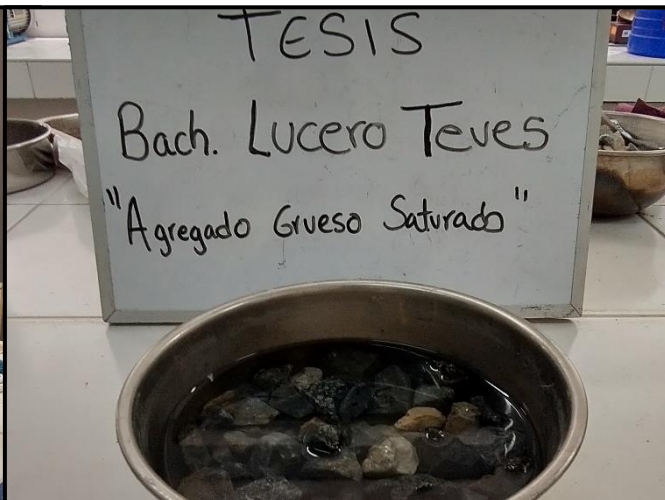
MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318

ANEXO F: PANEL FOTOGRÁFICO

ENSAYOS AGREGADO FINO



ENSAYOS AGREGADO GRUESO



ENSAYOS AGREGADO GRUESO



DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN



DISEÑO 1: 3% DE VIDRIO Y 0.8% DE NANOSÍLICE



DISEÑO 2: 3% DE VIDRIO Y 1% DE NANOSÍLICE



DISEÑO 3: 5% DE VIDRIO Y 0.8% DE NANOSÍLICE



DISEÑO 4: 5% DE VIDRIO Y 1% DE NANOSÍLICE



CURADO Y ROTURA DE PROBETAS

