

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto
F'C=210 KG/CM2 mediante la integración del vidrio
sodocálcico molido, en los climas gélidos del Distrito de
Chaupimarca – Pasco 2024”**

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

AUTOR: Tucto Ramos, Julio Cesar

ASESOR: Taboada Trujillo, William Paolo

**HUÁNUCO – PERÚ
2025**

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión en la construcción

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 77092750

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40847625

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental.

Código ORCID: 0000-0002-4594-1491

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Rodríguez Ponce, Charly Fernando	Título oficial de máster universitario en ingeniería estructural y de la construcción (grado de maestro)	71944966	0000-0001-6984-8681
2	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 12:45 horas del día viernes 14 de marzo de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. CHARLY FERNANDO RODRÍGUEZ PONCE	PRESIDENTE
❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	SECRETARIA
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante RESOLUCIÓN No 0453-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GÉLIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Julio Cesar TUCTO RAMOS, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 13:20 horas del día 14 del mes de marzo del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. CHARLY FERNANDO RODRÍGUEZ PONCE

DNI: 71944966

ORCID: 0000-0001-6984-8681

PRESIDENTE

MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA

DNI: 70502371

ORCID: 0000-0002-5650-3745

SECRETARIO (A)

MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO

DNI: 41891649

ORCID: 0000-0001-8392-1769

VOCAL



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: JULIO CESAR TUCTO RAMOS, de la investigación titulada "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto $F'C=210$ kg/cm² mediante la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca - Pasco 2024", con asesor(a) WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 298-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 18 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 04 de diciembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

49. Tucto Ramos, Julio Cesar.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	17%	3%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unab.edu.pe Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A Dios, por estar en todo momento y llevarme hasta este punto en mi vida académica.

A mi madre, Jenny, por enseñarme valores y principios que me han permitido llegar hasta aquí; y como segunda madre a mi abuelita Teresa, por ser siempre estar a mi lado desde la infancia.

A Swami, mi pareja, por su apoyo incondicional durante los momentos más difíciles; también a mi gatita Muñeca, que me acompañó en silencio durante largas horas de estudio y trabajo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su inmenso amor incondicional, por guiarme por el buen camino, por protegerme, por la fortaleza que me brinda en momentos difíciles y nunca abandonarme.

A la Universidad de Huánuco porque gracias a ello pude lograr estudiar esta carrera profesional, y brindarme un buen servicio de alta calidad, confiando en las capacidades y potenciales de cada uno de los estudiantes.

A todos mis docentes de la Universidad principalmente a los de la facultad de Ingeniería y escuela académica profesional de ingeniería civil, por ampliar mis saberes, aplicando nuevas metodologías y enseñanzas, durante el desarrollo de cada clase.

A mi docente el Ing. William Paolo Taboada Trujillo, porque gracias a él pude realizar un buen trabajo de investigación, y aprender mucho de lo cual siempre estaré agradecido a lo largo de mi carrera profesional.

Y al personal Profesional y Técnico del laboratorio TLC Geotecnia SAC por brindarme el apoyo, y dárme las facilidades durante el proceso de aplicación y seguimiento de mi investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	X
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPITULO I.....	20
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	20
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
1.2.1.PROBLEMA GENERAL	22
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	22
1.3. OBJETIVO GENERAL	22
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	25
CAPITULO II.....	26
MARCO TEÓRICO	26
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	26
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	26
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	28
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	30
2.2. BASES TEÓRICAS	31
2.2.1.VARIABLE INDEPENDIENTE: VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO	31
2.2.2.VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	32

2.2.3.VARIABLE INTERVINIENTE: CLIMAS GÉLIDOS	41
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	44
2.4. HIPÓTESIS.....	46
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	46
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICOS	46
2.5. VARIABLES	47
2.5.1.VARIABLE INDEPENDIENTE:.....	47
2.5.2.VARIABLE DEPENDIENTE:	47
2.5.3.VARIABLE INTERVINIENTE:	47
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	48
CAPITULO III.....	49
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.1.1. ENFOQUE.....	49
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	49
3.1.3. DISEÑO.....	49
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	50
3.2.1.POBLACIÓN	50
3.2.2.MUESTRA.....	50
3.3.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	51
3.4.TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	57
CAPITULO IV.....	59
RESULTADOS.....	59
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	59
4.1.1.GRUPO PATRÓN	67
4.1.2. DETERMINACIÓN CON LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO	71
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	83
CAPÍTULO V.....	87
DISCUSIÓN DE RESULTADO	87
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS	87
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES.....	94

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos De Temperatura – Pasco.....	21
Tabla 2 Compuestos químicos en el cemento portland	34
Tabla 3 Relación de muestras en peso agregado fino.....	51
Tabla 4 Ejemplo de diseño de mezcla	53
Tabla 5 Ejemplo de diseño de mezcla	53
Tabla 6 Ejemplo de diseño de mezcla	53
Tabla 7 Tamaño de partículas de vidrio sodocálcico	54
Tabla 8 Datos Obtenidos de los ensayos de laboratorio para determinar las características del agregado	59
Tabla 9 Diseño de mezcla mediante el método ACI 211	60
Tabla 10 Ensayo de asentamiento del concreto fresco (Slump).....	62
Tabla 11 Modo o tipo de falla en la rotura de las probetas con adición de vsm, y del grupo patrón	63
Tabla 12 Resultados de laboratorio	65
Tabla 13 Patrón 3 días de edad.....	67
Tabla 14 Patrón 7 días de edad.....	68
Tabla 15 Patrón 14 días de edad.....	69
Tabla 16 Patrón 28 días de edad.....	70
Tabla 17 10% en reemplazo al agregado fino a los 3 días	71
Tabla 18 10% en reemplazo al agregado fino a los 7 días	72
Tabla 19 10% en reemplazo al agregado fino a los 14 días	73
Tabla 20 10% en reemplazo al agregado fino a los 28 días	74
Tabla 21 15% en reemplazo al agregado fino a los 3 días	75
Tabla 22 15% en reemplazo al agregado fino a los 7 días	76
Tabla 23 15% en reemplazo al agregado fino a los 14 días	77
Tabla 24 15% en reemplazo al agregado fino a los 28 días	78
Tabla 25 20% en reemplazo al agregado fino a los 3 días	79
Tabla 26 20% en reemplazo al agregado fino a los 7 días	80
Tabla 27 20% en reemplazo al agregado fino a los 14 días	81
Tabla 28 20% en reemplazo al agregado fino a los 28 días	82
Tabla 29 Prueba de normalidad.....	83
prueba de normalidad	83

Tabla 30 Prueba t-student para comparación de la resistencia a la compresión entre concreto con 10% de vsm y concreto patrón	84
Tabla 31 Prueba t-student para comparación de la resistencia a la compresión entre concreto con 15% de vsm y concreto patrón	85
Tabla 32 Prueba t-student para comparación de la resistencia a la compresión entre concreto con 20% de vsm y concreto patrón	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Temperaturas máximas y mínimas del mes de Junio – Chaupimarca 2024.....	42
Figura 2 Precipitaciones del mes de Junio – Chaupimarca 2024.	43
Figura 3 Nubosidad del mes de Junio – Chaupimarca 2024.	43
Figura 4 Resultados de laboratorio.	66
Figura 5 Patrón 3 días de edad.....	67
Figura 6 Patrón 7 días de edad.....	68
Figura 7 Patrón 14 días de edad.....	69
Figura 8 Patrón 28 días de edad.....	70
Figura 9 10% en reemplazo al agregado fino a los 3 días.	71
Figura 10 10% en reemplazo al agregado fino a los 7 días.	72
Figura 11 10% en reemplazo al agregado fino a los 14 días.	73
Figura 12 10% en reemplazo al agregado fino a los 28 días.	74
Figura 13 15% en reemplazo al agregado fino a los 3 días.	75
Figura 14 15% en reemplazo al agregado fino a los 7 días.	76
Figura 15 15% en reemplazo al agregado fino a los 14 días.	77
Figura 16 15% en reemplazo al agregado fino a los 28 días.	78
Figura 17 20% en reemplazo al agregado fino a los 3 días.	79
Figura 18 20% en reemplazo al agregado fino a los 7 días.	80
Figura 19 20% en reemplazo al agregado fino a los 14 días.	81
Figura 20 20% en reemplazo al agregado fino a los 28 días.	82

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Se inicio con la compra del vidrio sodocálcico molido el cual fue obtenido ya en estado triturado en partículas finas de una planta de tratamiento de residuos sólidos.	148
Fotografía 2 Para los ensayos se utilizaron las instalaciones del laboratorio y primero se sacó una muestra del vidrio molido y se colocó en una bandeja para ser pesado e iniciar con su ensayo granulométrico para conocer las propiedades físicas del material a utilizar.	148
Fotografía 3 Se realizó el proceso de tamizado con un peso de 685 gr.	149
Fotografía 4 Se tomo los pesos correspondientes por cada tamiz, obteniendo como resultado las propiedades físicas del vidrio molido que se utilizó.	149
Fotografía 5 Se procedió a realizar los ensayos granulométricos, peso específico, peso unitario y absorción del agregado fino, para el cual se sacó una muestra del agregado extraído de la cantera sacra familia – pasco.	149
Fotografía 6 Para los ensayos granulométricos realizar el de la muestra...	150
Fotografía 7 Una vez realizado el cuarteo de la muestra se tomó una de las partes para realizar el ensayo granulométrico.	150
Fotografía 8 La muestra seleccionada se introdujo en una pequeña bandeja de aluminio para que pueda ser pesada en la balanza.....	150
Fotografía 9 Se hizo uso de la balanza para obtener el peso natural o peso húmedo de la muestra.	151
Fotografía 10 Se muestra que la muestra se lleva al horno por 24 horas...	151
Fotografía 11 Se dejo en el horno por 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ de acuerdo a lo que indica la normal astm d2216.	151
Fotografía 12 Una vez sacado del horno se procedió a pesar para determinar su peso en seco y el % de contenido humedad de muestra de agregado..	152
Fotografía 13 Seguidamente de procedió el material por los tamices.	152
Fotografía 14 Para ayudar a que material pase a través de los tamices se hizo un zarandeo a los tamices.	152
Fotografía 15 Se procedió a pesar el material retenido en los tamices	153
Fotografía 16 Se tomo nota del peso por cada tamiz, en los formatos para luego realizar el análisis granulométrico correspondiente.	153
Fotografía 17 Se observa cómo va quedando el material en el tamizado. .	153

Fotografía 18 Se observa que las mallas inferiores tienen menor diámetro, por lo cual el resultado es un material más fino.	154
Fotografía 19 Se procedió también a realizar los ensayos de peso unitario suelto y peso unitario compactado, el cual nos basamos a la norma astm c29 (standard test method for bulk density (unit weight) and voids in aggregate, iniciamos pesando el recipiente para luego restar los valores cuando lo llenamos con el material.	154
Fotografía 20 Se inicio por el peso unitario suelto del agregado fino, llenando recipiente con la pala en caída libre a una altura de 5cm.	154
Fotografía 21 Se lleno el recipiente hasta colmar totalmente el molde.	155
Fotografía 22 El material excedente que desborda el recipiente lo enrazamos con una varilla y se limpió los bordes con una brocha pequeña.	155
Fotografía 23 Se observa como quedo el recipiente lleno completamente y limpio el borde listo para llevarlo a pesar en la balanza.	155
Fotografía 24 Se llevo el recipiente a la balanza y se tomó nota del peso.	156
Fotografía 25 Con la otra parte del cuarteo llenamos nuevamente el recipiente, pero para esta vez obtener el peso unitario compactado.	156
Fotografía 26 Similar al peso unitario suelto, se procedió a llenar el recipiente echando el material en caída libre pero esta vez en tres partes.	156
Fotografía 27 Una vez llenado el primer tercio se procedió a chucear con una varilla lisa de 5/8" por 25 veces de manera helicoidal y haciendo presión.	157
Fotografía 28 Una vez terminado la primera parte se llenó la segunda parte, para nuevamente realizar el mismo procedimiento.	157
Fotografía 29 Se lleno hasta los 2/3 del recipiente y nuevamente se realizo el chuceo para compactar el material.	157
Fotografía 30 Por último, se procedió a llenar el recipiente.	158
Fotografía 31 Se chuceo la última parte por 25 veces.	158
Fotografía 32 Por último, enraza el recipiente para eliminar el excedente.	158
Fotografía 33 Se observa el recipiente libre de material excedente.	159
Fotografía 34 Se llevo a la balanza y se tomó nota del peso unitario	159
Fotografía 35 Para realizar los ensayos para el peso específico y absorción de agregados finos tomamos la muestra del cuarteo realizado y lo pesamos, lo cual nos basamos a la norma Astm C128.	159
Fotografía 36 Primero se realizó el ensayo con un molde cónico.	160

Fotografía 37 Luego fue apisonando 25 veces con ayuda de un pisón, el cual se deja caer a una altura de 5 cm.....	160
Fotografía 38 Una vez apisonado se retira cuidadosamente el molde para verificar que cumpla con las 3s.....	160
Fotografía 39 Se observa que el material cumple con las Sss.	161
Fotografía 40 Pesamos 500 gr de la muestra llenado en el matraz.	161
Fotografía 41 Se observa que ya se llenó el material en el matraz y es llenado con agua.....	161
Fotografía 42 Se lleno de agua hasta cubrir el 90% de su capacidad.	162
Fotografía 43 Se realizó movimientos giratorios por aproximadamente 30 minutos con la finalidad que expulse las burbujas de aire atrapado.	162
Fotografía 44 Se dejo reposar	162
Fotografía 45 Para pesarlo se deja reposar hasta que el nivel del agua alcance a la línea calibrada. Finalmente se extrae toda el agua se lleva al horno y por 24 horas y se toma el peso de la muestra.	163
Fotografía 46 Se saca una muestra del agregado y se realiza el cuarteo. .	163
Fotografía 47 Se llevo el agregado grueso a la balanza y se determinó su peso para el ensayo granulométrico y su contenido de humedad de acuerdo a las normas ASTM C136 y ASTM D2216	163
Fotografía 48 Se llevo el agregado al horno para calcular su contenido de humedad, por 24 horas a una temperatura de 110°C ±5°C.	164
Fotografía 49 Se saca la muestra del horno y se procede a pesar, la diferencia del peso húmedo y el peso seco, determina el contenido de humedad.....	164
Fotografía 50 Para el tamizado se colocó el material o agregado grueso a los tamices mayores al n°4.....	164
Fotografía 51 Se realizo un zarandeo por un breve tiempo hasta que todo el material pase a través de las mallas inferiores.	165
Fotografía 52 Se procedió a pesar lo retenido en cada tamiz.....	165
Fotografía 53 Se tomo nota del peso de lo retenido en los tamices.	165
Fotografía 54 Terminando el tamizado se procedió a realizar los ensayos de peso unitario suelto y compactado para el agregado grueso.....	166
Fotografía 55 Se lleno todo el recipiente con apoyo de la pala y dejándolo caer a una altura de 5cm, para luego enzararlo y quede sin exceso de material, y asi finalmente llevarlo a pesar en la balanza.	166

Fotografía 56 Para el peso unitario compactado se realizó en 3 capas, chuceando cada capa con 25 golpes.....	166
Fotografía 57 Al llenar el recipiente se enraza el material excedente.....	167
Fotografía 58 Se llevo el recipiente totalmente lleno a la balanza para determinar su peso unitario compactado.	167
Fotografía 59 Para el peso específico y absorción del agregado grueso, nos basamos a la norma astm c127 y se toma las dos partes diagonales.	167
Fotografía 60 Se llevo a la balanza y se toma una muestra a 2000 gr.	168
fotografía 61 Se lavo la muestra y se eliminó todas las impurezas para luego llevarlo al horno por 24 horas.....	168
Fotografía 62 La muestra ya sacada se sumergió en agua por 24 horas. ..	168
Fotografía 63 pasado las 24 horas se retiró de la inmersión y se procedió a secar con una franela, hasta eliminar el agua y se toma el peso de la muestra superficialmente seco.	169
Fotografía 64 Seguidamente se procedió a calcular el peso sumergido en agua de la muestra saturada, colocándolo en una canastilla metálica y sumergiéndola en agua a una temperatura entre 21° y 25°c. Luego retirarla se lleva nuevamente al horno por 24 horas.....	169
Fotografía 65 El procedimiento de preparación de mezcla, vertido y curado de probetas se realizó en el distrito de chaupimarca – pasco. Se inicia realizando la mezcla para el tipo patrón, luego de 10%, 15% y 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo.....	169
Fotografía 66 Se realizo su prueba de slump para la mezcla con el 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.....	170
Fotografía 67 Se realizo la mezcla adición 15% de vidrio del agregado.....	170
fotografía 68 Se realizo su prueba de slump para la mezcla con el 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.....	170
Fotografía 69 Se realizo la mezcla con adición 20% vidrio del agregado. ..	171
Fotografía 70 Se realizo su prueba de slump para la mezcla con el 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.....	171
Fotografía 71 Se realizo su prueba de slump para la mezcla tipo patrón. ..	171
Fotografía 72 Se utilizo probetas de 4"x8" para todas las muestras, el vertido se realiza en 3 capas, se llena la primera capa y se chucea con una varilla lisa de 5/8" dejando un espacio de 1" entre capa y se golpea unas 10 veces	

alrededor del molde con un martillo de cabeza de goma de 600 gramos, esto servirá para compactar y liberar las burbujas de aire.	172
Fotografía 73 Para finalizar se enraza y con la ayuda de una espátula se pasó por la parte superior para obtener una superficie lisa y se rotulo a los costados de los moldes, la norma utilizada astm c31.	172
Fotografía 74 Para el curado se utilizó una tina como poza de curado.	172
Fotografía 75 En la fotografía se observa 3 muestras por cada tipo, esto de acuerdo a la norma E060 5.1.6. Estas probetas fueron curadas en chaupimarca y llevadas al laboratorio para su ensayo a la compresión.	173
Fotografía 76 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 3 días de edad.	173
Fotografía 77 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 3 días de edad con el 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.	173
Fotografía 78 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 3 días de edad con el 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino	174
Fotografía 79 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 3 días de edad con el 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino	174
Fotografía 80 En la fotografía se observa un momento antes de iniciar con las roturas a los 3 días de edad.....	174
Fotografía 81 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 7 días de edad.	175
Fotografía 82 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 7 días de edad con el 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.	175
Fotografía 83 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 7 días de edad con el 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino	175
Fotografía 84 Se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 7 días de edad con 20% de vidrio sodocálcico del agregado fino	176
Fotografía 85 En la fotografía se observa un momento antes de iniciar con las roturas a los 7 días de edad.....	176

Fotografía 86 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 14 días de edad.....	176
Fotografía 87 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 14 días de edad con el 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.....	177
Fotografía 88 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 14 días de edad con el 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.....	177
Fotografía 89 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 14 días de edad con el 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.....	177
Fotografía 90 En la fotografía se observa un momento antes de iniciar con las roturas a los 14 días de edad.	178
Fotografía 91 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 28 días de edad.....	178
Fotografía 92 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 28 días de edad con el 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.....	178
Fotografía 93 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 28 días de edad con el 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.....	179
Fotografía 94 En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 28 días de edad con el 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.....	179
Fotografía 95 En la fotografía se observa un momento antes de iniciar con las roturas a los 28 días de edad.	179

RESUMEN

El objetivo fue determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ con la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024, donde se identificaron los climas en las zonas de estudio, seguido por la recolección de muestras de los materiales necesarios, incluyendo el vidrio sodocálcico. Posteriormente, se prepararon concreto con mezclas de diferentes vidrios molido según proporciones, las cuales fueron sometidas a pruebas en el laboratorio para dar a conocer cómo se da la resistencia a la compresión especializada, con el fin de evaluar el impacto del aditivo en la durabilidad y como se da el concreto mediante su resistencia en ambientes gélidos. Esta metodología fue de tipo investigación aplicado, el enfoque es de carácter cuantitativa y de diseño cuasi experimental que incluye dos grupos equivalentes o un grupo de control, con una población estuvo compuesta por un total de (48 probetas) cilindros de prueba con dimensiones de (4" x 8") en el distrito de Chaupimarca, considerada como zona de expansión urbana perteneciente a Pasco, donde la muestra fue dada con edades de 3 días, 7 días, 14 días y 28 días, tomando como muestra concreta varios concretos por medio de mezclas sometidas a porcentajes diferentes de vidrio molido. Se utilizaron técnicas e instrumentos como la observación directa, pruebas de laboratorio, medidores y equipos de laboratorio como también los Dispositivos de medición in situ. El resultado de esta investigación fue que el vidrio sodocálcico molido modificado con concreto logro un promedio de 297.5 kg/cm^2 de resistencia de curado a los 28 días. Esto representa un incremento del 41.7% respecto a diseño de resistencia requerido es de (210 kg/cm^2) y un 16.7% superior al diseño de resistencia mejorada (265 kg/cm^2). En conclusión, evidenciaron una mejora significativa en las mecánicas del concreto por medio de sus propiedades en ambientes fríos, siendo una alternativa viable para su resistencia en Chaupimarca, Pasco.

Palabra clave: Resistencia, concreto, vidrio sodocálcico, durabilidad, climas gélidos.

ABSTRACT

The objective was to determine the improvement in the compressive strength of concrete $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ with the integration of ground soda lime glass, in the freezing climates of the Chaupimarca – Pasco 2024 district, where the climates in the study areas were identified, followed by the collection of samples of the necessary materials, including soda lime glass. Subsequently, concrete was prepared with mixtures of different ground glasses according to proportions, which were subjected to tests in the laboratory to find out how the specialized compressive strength is given, in order to evaluate the impact of the additive on durability and how the concrete is given through its resistance in freezing environments. This methodology was of applied research type, the approach is quantitative and quasi-experimental design that includes two equivalent groups or a control group, with a population was composed of a total of (48 poor) test cylinders with dimensions of (4"x 8") in the district of Chaupimarca, considered as an urban expansion zone belonging to Pasco, where the sample was given with ages of 3 days, 7 days, 14 days and 28 days, taking as concrete sample several concretes 'by means of mixtures subjected to different percentages of ground glass. Techniques and instruments such as direct observation, laboratory tests, meters and laboratory equipment as well as in situ measuring devices were used. The result of this research was that the ground soda lime glass modified with concrete achieved an average of 297.5 kg / cm^2 of curing strength at 28 days. This represents an increase of 41.7% compared to the required strength design (210 kg/cm^2) and 16% higher than the improved strength design (265 kg/cm^2). In conclusion, they showed a significant improvement in the mechanics of concrete through its properties in cold environments, being a viable alternative for its resistance in Chaupimarca, Pasco.

Keyword: Resistance, concrete, soda-lime glass, durability, frigid climates.

INTRODUCCIÓN

Este estudio se centra en la adición de vidrio sodocálcico molido como componente adicional de concreto en la mezcla, destinado a mejorar su resistencia a la compresión de concreto en los climas fríos de Chaupimarca; el cual busca comparar los resultados obtenidos al integrar este material con aquellos del concreto tradicional, con el fin de determinar si el vidrio molido por medio de la incorporación mejora significativamente la capacidad del concreto para resistir la aplicación cargas compresivas. Esta investigación es relevante para mejorar la calidad de las elaboraciones en zonas de clima gélido, garantizando que las probetas dadas en tales ambientes puedan alcanzar o superar los estándares de resistencia requeridos, asegurando así la seguridad y durabilidad de dichas probetas.

La estructura mediante los capítulos es la siguiente:

En primer lugar, se describe la problemática de estudio, el cual se origina por la baja trabajabilidad y la disminución de la resistencia del concreto en Chaupimarca, Pasco, a una altitud de aproximadamente 4400 msnm, donde el clima gélido de la región provoca el congelamiento del concreto, dificultando su manipulación y retrasando su fraguado, lo que impide que alcance la resistencia de diseño en el tiempo previsto. Para abordar esta problemática, se propone la integración de vidrio sodocálcico molido por medio del 10%, del 15%, y el 20%, sustituyendo parcialmente el agregado fino, con fin objetivo de dar mejora a la resistencia del concreto por medio de la trabajabilidad en condiciones climáticas extremas.

En segundo lugar, presenta los antecedentes de estudios realizados, el marco teórico basado en nuestra investigación, definiciones conceptuales y finaliza con las hipótesis del estudio, las variables y su operacionalización como parte del estudio.

En tercer lugar, precisa la metodología donde indica el tipo, el diseño y nivel; así mismo incluye la población como la totalidad y la muestra a considerar, instrumentos dados por medio de técnicas con el fin de recolectar, analizar y procesamiento de datos en la investigación.

En cuarto lugar, muestra el resultado dado por el proceso experimental llevado a cabo para evaluar el impacto del vidrio sodocálcico molido sobre la

resistencia a la compresión del concreto, detallando las propiedades de los materiales empleados, y las pruebas realizadas en laboratorio.

En quinto lugar, analiza y discute los resultados presentados en el capítulo 4, realizando una comparación con los antecedentes mencionados en la investigación y proponiendo nuevas hipótesis.

Por último, se presentará, las conclusiones, recomendaciones y anexos a los que se llegaron con el desarrollo del estudio.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Al pasar el tiempo se desarrollaron investigaciones que buscan cómo mejorar los materiales de la construcción para poder obtener edificaciones más seguras y sostenibles, actualmente, se dedican a realizar investigaciones en varias naciones para optimizar la utilización de materiales de diseño como sustituto de los recursos naturales. Este enfoque conduce a una mayor sostenibilidad dentro de la industria de la construcción, con respecto tanto a la conservación del medio ambiente como a la rentabilidad. Estudios anteriores han investigado cómo los agregados (como escoria de fundición, virutas de acero, fibra de polipropileno y piedra triturada) mejoran el rendimiento y productividad de las mezclas de cemento utilizando materiales que ya no se emplean (Sanjuán y Chinchón, 2019 p.26).

El concreto es denominado como material y frecuente empleado en diversas estructuras de construcción, pero su resistencia puede verse afectada en condiciones extremas, como las que se presentan en zonas de alta altitud. La integración de vidrio molido al cemento se ha presentado como una forma de mejorar su resistencia, pero aún no se han establecido las proporciones óptimas de vidrio molido a agregar, ni se ha evaluado el efecto de la integración en las características de resistencia a esfuerzos de compresibilidad del concreto en un ambiente de alta altitud (Poveda et al., 2015, p.1).

Según el Decreto Supremo N° 014, la integración del vidrio como sustituto de los agregados pétreos constituye una faceta de la investigación mundial, como lo demuestran los hallazgos del Sistema de Información para la GIRS administrado por el (Ministerio del Ambiente, 2017).

Castillo y Adolfo (2019), nos indica que, el problema en el que se basa su investigación está relacionado con tres aspectos importantes en relación con la ingeniería y el avance tecnológico constructivo general. Primero, es acortamiento y optimización de los valores presupuestarios asociados con la fabricación de materiales constructivos; segundo, la creación de nuevos procedimientos de construcción en los que se reutiliza este material de

concreto; y, por último, la conservación y formación del entorno natural y ecológico, lo que resulta en una disminución de los residuos sólidos, tanto a nivel industrial como de los desechos. Su investigación busca analizar y determinar algunos materiales como el vidrio molido afecta al comportamiento del concreto frente al esfuerzo de compresión.

En la localidad de Chaupimarca, situada en el distrito de Pasco, se ha observado que existe una problemática por medio a la durabilidad de dichas estructuras o elementos de concreto ya que, al encontrarse a una altitud de aproximadamente a 4400 msnm, el concreto fresco tiende a ser menos trabajable por efecto de congelamiento y estos tienden a ser realizados en algunos horarios que sean factibles para su elaboración. Esto suele provocar que en algunas ocasiones el fraguado del concreto llegue a ser más lento produciendo este un retraso para llegar a su resistencia de diseño en las edades establecidas.

Se debe tener en cuenta que en el distrito de Chaupimarca al año (enero – diciembre) se tiene diferentes valores de temperatura y precipitaciones pluviales aproximados al cuadro siguiente:

Tabla 1

Datos de temperatura – Pasco

	MÁXIMO	MÍNIMO	PRECIPITACIÓN
ENERO	17°C	6°C	29.7 mm
FEBRERO	17°C	6°C	34.8 mm
MARZO	17°C	6°C	31.7 mm
ABRIL	18°C	6°C	13.7 mm
MAYO	18°C	5°C	5.7 mm
JUNIO	17°C	4°C	4.0 mm
JULIO	17°C	3°C	2.3 mm
AGOSTO	18°C	4°C	1.6 mm
SETIEMBRE	18°C	5°C	4.6 mm
OCTUBRE	18°C	6°C	16.7 mm
NOVIEMBRE	18°C	6°C	21.8 mm
DICIEMBRE	18°C	6°C	26.4 mm

Fuente: Tiempo / Pronóstico Meteorológico, weatherspark (2024).

Así que en estos climas pretendemos mejorar el grado de resistencia que tiene el concreto para los elementos estructurales y teniendo en cuenta la cantidad de materiales residuales como es el caso del vidrio molido, se podría utilizar para saber si esto mejora las características internas de la resistencia a la compresión del concreto.

Se sustituirá el vidrio molido con agregado fino en (10%, 15% y 20%), lo cual disminuirá el uso de agregado fino, lo que reducirá los efectos perjudiciales o nocivos del arrastre y degradación de los ríos o de las canteras de cerro, y hará que la fabricación de elementos estructurales y no estructurales de concreto sean sostenibles; sin embargo, para que ello se realizó, la experimentación necesaria, lo cual conllevo a realizar diversas pruebas en el laboratorio cuyos resultados demuestren que si son factibles y por ende viables.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1.PROBLEMA GENERAL

¿Cómo mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

- ¿Cómo mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con la integración del 10% de vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024?
- ¿Cómo mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con la integración del 15% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024?
- ¿Cómo mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con la integración del 20% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $F'_C=210$ KG/CM² con la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con la integración del 10% de vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.
- Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con la integración del 15% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

- Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del 20% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1.JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Se concentró el estudio en el fortalecimiento de la capacidad de resistencia a la compresión del concreto de f'_c de 210 kg/cm^2 por medio de la incorporación de vidrio sodocálcico molido, llevado a cabo en la localidad de Chaupimarca, dado en la región de Pasco, es de gran importancia social. Al incorporar vidrio molido en la construcción, se busca fortalecer la resistencia del concreto, permitiendo la construcción de edificaciones más seguras y duraderas, beneficiando el bienestar de los residentes. También se generaron oportunidades económicas y empleo local mediante la adopción de nuevas tecnologías y técnicas constructivas, además de promover la sostenibilidad al reducir los desechos de vidrio y su impacto ambiental. Esto genera conciencia sobre métodos de construcción más sostenibles y amigables con el entorno.

1.5.2.JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El estudio proporciona datos importantes para los alumnos en el sector de ingeniería en Chaupimarca y áreas cercanas, donde se agregó vidrio molido al concreto mediante mezclas, ofreciendo una alternativa eficaz con el fin de fortalecer el material y mejorar la calidad de las construcciones. Los resultados guiarán a las empresas constructoras y contratistas en la implementación de esta técnica, permitiéndoles ofrecer soluciones más sostenibles a sus clientes. Además, se proponen sugerencias concretas sobre las mezclas de concreto más óptimas y la cantidad adecuada de vidrio molido. Este estudio cuasiexperimental tuvo la capacidad de elevar los estándares de calidad de las construcciones en la localidad y fomenta un progreso responsable en la industria de la edificación local.

1.5.3.JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La base técnica de este estudio se centró en fortalecer la resistencia del concreto por medio a la compresión de clasificación f'_c de 210 kg/cm^2 a través de la incorporación de vidrio sodocálcico triturado.

La elección de esta técnica se basó en el análisis y ensayos de laboratorio, los cuales demuestran la efectividad del agregado mediante la integración del vidrio sodocálcico molido con el fin de fortalecer el concreto.

Los materiales (agregados) empleados en la investigación fueron extraídos de la cantera situada en la localidad de Sacra Familia, en la región de Pasco. Se buscó demostrar su durabilidad y propiedades mecánicas, ofreciendo resultados concretos y confiables para respaldar su uso para esta investigación. Además, se pretendió optimizar la cantidad de vidrio sodocálcico molido y las proporciones adecuadas, garantizando una mezcla de concreto de calidad óptima, asegurando su aplicabilidad en esta investigación y futuras construcciones reales.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

A medida que esta tesis de investigación avanzó, se detectaron y registraron ciertas limitaciones o restricciones, que se enumeran a continuación:

- Limitaciones de altitud y condiciones ambientales, este estudio se llevó a cabo a una altitud de 4400 msnm aproximadamente, en el distrito de Chaupimarca. Debido a condiciones ambientales particulares, esta alta altitud puede presentar desafíos adicionales. La integración de vidrio sodocálcico molido y las propiedades del concreto, pudieron verse afectadas por bajas temperaturas, intensa radiación solar y mayor exposición a los vientos.
- En el distrito de Chaupimarca, no existió un centro de investigación tangible cercano como un laboratorio, por lo que las probetas fueron realizadas en Chaupimarca de la región Pasco y estas muestras fueron trasladadas a la ciudad de Lima, al Laboratorio TCL, donde se realizaron el curado y los ensayos correspondientes para el análisis de las muestras. El objetivo final de estos procedimientos fue establecer el soporte o resistencia compresiva del concreto.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- Se pudo costear el financiamiento de los ensayos de laboratorio mediante inversión propia y solicitando el permiso del laboratorio TCL.
- Se contó con un laboratorio especializado en concreto, lo que hizo factible realizar los ensayos previos tangibles para su elaboración y posteriormente llevar a cabo pruebas de resistencia a la compresión de todas las probetas, por lo que fue posible llevar a cabo la investigación con la integración de vidrio sodocálcico molido.
- Esta investigación es viable en climas gélidos al implementar protocolos técnicos que optimizan los horarios de los ensayos, evitando las bajas temperaturas críticas durante el vertido. De este modo, se mitigan los riesgos de congelamiento y fraguado retardado, lo que garantiza la integridad de las pruebas de resistencia y la evaluación precisa del concreto modificado con vidrio sodocálcico molido.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1.ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Hernandez y Rojas (2021), nos dan a conocer en su estudio titulado Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio reciclado molido como sustituto parcial del agregado fino, dado en la Universidad de Colombia, el objetivo principal de este estudio fue analizar el comportamiento del concreto sometido a pruebas de compresión tradicional modificando el concreto con la incorporación de vidrio reciclado molido en tres porcentajes distintos del 4% al 6% de peso en relación con la muestra sin sustitución (0% de material sustituido). Se siguió un enfoque experimental, donde las mezclas fueron sometidas a pruebas de compresión para evaluar la variación en su resistencia. Como conclusión, indicaron que la adición de vidrio reciclado molido en lugar de una parte del agregado puede ayudar a aumentar la resistencia del concreto. Como recomendación, se sugiere continuar con la investigación y realizar ajustes en proporciones de sustitución para optimizar el comportamiento estructural del concreto y promover su sostenibilidad mediante el uso de materiales reciclados.

Asish y Chetanand (2021), realizaron un estudio que tiene por título Desarrollo de un Concreto Sostenible a partir de Residuos de Vidrio y Caucho para aplicación en losas peatonales prefabricadas, el desarrollo concreto sostenible fue realizado en la Universidad de Mauricio. El objetivo del estudio fue realizar ajustes en la parcial sustitución de agregados naturales finos y gruesos por materiales de desecho no biodegradables, como vidrio molido y caucho de neumáticos triturados. El vidrio molido se utilizó para reemplazar los agregados finos, mientras que el caucho triturado sustituyó a los agregados gruesos en diferentes porcentajes, manteniendo un 10% de caucho en todas las mezclas. Se calculó que la cantidad óptima de vidrio molido era alrededor del 20%. El concreto resultado mostró densidades plásticas más bajas y resistencias reducidas, con un módulo de estática elasticidad de GPa 18,3 y una

resistencia de MPa 2,37 a la tracción por flexión. También se notó un aumento notable del 20,3% en la capacidad de resistencia en contraste con la mezcla. La investigación concluyó que este hormigón es una solución viable para el ambiente para el aprovechamiento de residuos no biodegradables, reduciendo la carga en los vertederos. Además, el menor costo de producción de este hormigón, debido a los bajos costos de pretratamiento de los materiales reciclados, lo convierte en una opción prometedora para aplicaciones que requieran propiedades de mejor resistencia y mayor durabilidad. Losas prefabricadas hechas con este innovador diseño de hormigón fueron probadas en una zona peatonal altamente transitada del campus universitario, donde solo 4 de las 80 losas presentaron pequeñas grietas después de 24 semanas de monitoreo continuo, confirmando su mayor durabilidad.

Palacios (2019), realizó una investigación denominada Determinación del concreto en estado endurecido y fresco, utilizando vidrio molido como parcial sustituto del agregado fino, dado en la Universidad del Salvador, El objetivo fue examinar la determinación del concreto al utilizar vidrio molido, con fin de promover la innovación a través del uso de materiales reciclados y los recursos naturales. El estudio se desglosó en cuatro fases, a incluir la revisión de investigaciones previas acerca del uso de vidrio en combinaciones de concreto, la descripción del enfoque empleado en la investigación, la evaluación de las características de los materiales de los agregados y las características del concreto del 10% al 11% en ambas situaciones. Como conclusión, se determinó que el vidrio molido podría ser una alternativa viable al agregado fino, mejorando las propiedades del concreto y reduciendo la cantidad de residuos. Se recomienda continuar investigando y optimizando las proporciones en las mezclas de vidrio molido para su aplicación en construcciones sostenibles.

2.1.2.ANTECEDENTES NACIONALES

Paredes (2019), desarrolló la tesis Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con adición de vidrio molido reciclado para obtener para el título profesional en la Universidad de San Martín en Tarapoto consistió en investigar los impactos de añadir vidrio reciclado triturado en el concreto y su influencia en su propósito a la resistencia. La intención era utilizar de manera eficiente los desechos de vidrio y reducir su impacto ambiental. El diseño de la metodología se basó en las pautas dadas según la NT Peruanas y las recomendaciones del Comité ACI 211.1. Las pruebas se ejecutaron en el laboratorio de Mecánica de Suelos, en el cual se desarrollaron diversas combinaciones de concreto, al acumular un conjunto de referencia, que incorporaba diversas cantidades de vidrio reciclado. Se realizaron ajustes en los materiales hasta alcanzar la formulación definitiva. Los resultados del estudio mostraron que el 15% del vidrio reciclado incorporado finamente triturado, demostró un incremento en la resistencia del material en relación con el concreto de referencia en un promedio del 16%. Este análisis se sitúa dentro de la categoría de estudio experimental y de nivel explicativo, dado que involucra pruebas y análisis detallados. En consecuencia, se puede concluir que la incorporación de partículas de vidrio reciclado como sustituto parcial en las mezclas de concreto ofrece ventajas significativas en términos de reducción de desechos sólidos y minimización del impacto ambiental, así como una mejora en la resistencia a la compresión. No obstante, se sugiere llevar a cabo estudios adicionales para analizar los efectos a largo plazo de incluir resistencia del concreto y reciclado vidrio fundido en la durabilidad.

Arieta y Rengifo (2019), realizaron su investigación denominada Concreto Reforzado con Vidrio Molido y su Relación con la Resistencia a la Compresión para Controlar Grietas y Fisuras por Contracción Plástica, El proyecto realizado para obtener el título profesional en la Universidad de Ricardo Palma tuvo como objetivo principal la disminución de fisuras producidas por la contracción plástica y el aumento de la capacidad del material para soportar esfuerzos a la compresión, todo ello a través de la inclusión de vidrio molido como

componente. Para alcanzar este propósito, se consiguió una mezcla de concreto que cumplió con los estándares técnicos del concreto tradicional, mediante la combinación de agregados, agua, cemento Portland y vidrio molido de dos proporciones diferentes. El estudio se realizó adoptando una investigación experimental de enfoque con un alcance descriptivo y se aplicó una técnica de agregación de componentes. Los resultados indican que agregar vidrio molido a la mezcla de concreto mejora su capacidad para resistir las fuerzas flexión como las de compresión, al mismo tiempo que disminuye la aparición de grietas derivadas de la contracción plástica. Por lo tanto, sería recomendable realizar investigaciones suplementarias con el fin de analizar la rentabilidad económica del uso de vidrio molido en el área de la construcción. Además, es esencial tomar medidas que favorezcan una administración efectiva de los desechos de vidrio.

Torres (2020), realizó una investigación denominada Adición del vidrio molido reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - 2020, para optar el título en la Universidad César Vallejo; el objetivo es determinar la adición del vidrio molido reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - 2020. La metodología es de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. Por ello, la población es infinita ya que se selecciona con requerimiento especificados en la norma, el muestreo es de forma de no probabilística – muestreo intencionado y la muestra son los ensayos de compresión, ensayo a tracción indirecta y Ensayo a flexión; con adición de vidrio molido reciclado de 3 % y 5% y el diseño patrón. Como resultado se llevó a cabo tres ensayos de resistencia de los cuales fueron positivos mediante ensayos a compresión, tracción y flexión que determinan las propiedades mecánicas del concreto y demostrando así una mayor resistencia que se obtuvo adicionando 3% del vidrio molido reciclado a diferencia de la muestra patrón y el 5% de vidrio. Por ende, se puede concluir que, existe una significancia positiva en la Adición del Vidrio Molido Reciclado para mejorar las propiedades Mecánicas del Concreto a los 28 días, y determina que al adicionar el 3% del vidrio se consiguió

resultados óptimos para su desempeño estructural a ensayos a compresión, tracción y flexión, así como reemplazo del cemento es factible y viable para su uso.

2.1.3.ANTECEDENTES LOCALES

Aranda (2019), en su investigación Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175 kg/cm², para optar el título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad de Huánuco, se realizó un estudio cuyo objetivo fue determinar el efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175 kg/cm². Como metodología se tiene el enfoque cuantitativo, nivel explicativa y diseño experimental. La población estuvo conformada por ladrillos de concreto, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, que fueron elaborados con una mezcladora de concreto de 9 hp. Los resultados obtenidos nos indican que los concretos con vidrio molido presentan una resistencia casi igual a las del concreto convencional ensayadas a los 7, 14 y 28 días. Se llegó a la conclusión que la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto, donde observamos que el secado y curado experimental tiene casi la misma efectividad, pero no llega a la resistencia según la dosificación a los 28 días, por lo tanto, confirmamos que el vidrio molido es un material cementante.

No existen más estudios locales específicos que relaciones el vidrio molido con el cemento como mezcla para elaborar algún tipo de concreto ni su relación con sus propiedades mecánicas, Sin embargo, en los laboratorios se han llevado a cabo ensayos y se poseen algunos registros que documentan el valor promedio de resistencia del concreto ante las cargas de compresión al emplear la combinación con otros materiales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1.VARIABLE INDEPENDIENTE: VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO

Integración de vidrio molido en concreto:

Rodriguez y Ruiz (2016), nos dice que su investigación analiza la opción de incorporar vidrio pulverizado en la composición del concreto con el propósito de disminuir el consumo de cemento y mitigar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). La inclusión de vidrio molido podría contribuir a la disminución de la producción de clínker, lo que a su vez conllevaría una reducción de las emisiones de CO₂, generando ventajas tanto ambientales como energéticas en el durante el desarrollo de la construcción, el cemento interactúa químicamente con el vidrio, generando compuestos benéficos como el hidrato de silicato cálcico. El uso de micro partículas de vidrio de 25 µm como sustituto de cemento al 15%, 20% y 23% resulta en mayores resistencias que la mezcla sin vidrio, especialmente a partir de los 90 días. Otros estudios con partículas de 38 µm, 75 µm y 150 µm confirman hallazgos similares al reemplazar un 30% de cemento con partículas de 38 µm.

Vidrio sodocálcico:

Jimenez (2017), el autor nos dice que el vidrio sodocálcico, es ampliamente utilizado en ventanas y envases de alimentos y bebidas, es el tipo de vidrio más común debido a su estabilidad química, durabilidad y capacidad de reciclaje. Su composición se basa en silicatos tricálcicos y dicálcicos, con adiciones de óxidos como sodio, magnesio, aluminio y calcio para mejorar sus propiedades. El vidrio se funde a altas temperaturas y puede moldearse en objetos de forma precisa. Se diferencia en vidrio para ventanas y vidrio para envases en términos de viscosidad y composición, lo que afecta directamente su resistencia y aplicaciones. Su versatilidad y beneficios en términos de fabricación y reciclaje lo hacen esencial en diversas áreas de construcción y envasado.

2.2.1.1.INTEGRACIÓN DEL 10% DE VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO

La integración moderada implica la adición de vidrio molido de manera minuciosa del concreto según su composición, sustituyendo alrededor del 10% de su peso o volumen en agregado fino. Esta técnica mejorará la resistencia y dando una mejor durabilidad al concreto.

2.2.1.2.INTEGRACIÓN DEL 15% DE VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO

Se refiere a la idea de incluir una proporción significativa de vidrio triturado finamente dentro de la composición del concreto, del peso en un 15% del agregado fue reemplazado. Este enfoque mejorará la resistencia y dando un mejor concreto por medio de su durabilidad.

2.2.1.3.INTEGRACIÓN DEL 20% DE VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO

La integración del triturado vidrio finamente en la mezcla de concreto se indica mediante una proporción del 20% en relación con el agregado fino en peso. Este grado de integración se considera notable elevado y se emplea en situaciones de alta exigencia con el objetivo de realzar tanto la resistencia mecánica como la durabilidad del concreto. Es importante resaltar que una mayor cantidad de vidrio pulverizado de grano fino podría afectar del concreto por medio de su durabilidad, lo que posiblemente demande ajustes de la mezcla MEDIANTE SU FORMULACIÓN.

2.2.2.VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Resistencia:

Solís y Arjona (2012), nos dice que la resistencia se define como la habilidad de un material para resistir cargas o presiones sin experimentar fallos o deformaciones excesivas. En el caso del concreto, su resistencia se suele medir a través de la prueba de fuerza de compresión, que determina su habilidad para resistir una carga que lo comprime antes de

colapsar. Este análisis se mide en unidades divididas cada área, como psi o MPa.

La propiedad mecánica principal del concreto se encuentra en su habilidad para resistir de compresión a través de fuerzas, lo que significa su capacidad para soportar cargas específicas en una superficie dada, se encontrará en unidades de medida como kg/cm², MPa o psi. Por otro lado, la durabilidad se refiere a su capacidad para mantener sus propiedades para afrontar desafíos ambientales, como exposición a agentes químicos o biológicos, abrasión y diversos tipos de deterioro.

Concreto:

Cristomio (2018), define que el concreto es una sustancia de construcción que se compone principalmente de agua como también el cemento y materiales agregados como la grava, arena o piedra triturada. La función del cemento en esta composición es actuar como un aglutinante que une los agregados, impartiendo así durabilidad y resistencia al material resultante.

Agua en el concreto:

Bedoya (2017), La calidad del agua empleada en la fabricación y endurecimiento del concreto, influye directamente en la calidad y el desempeño de este material. Es importante garantizar que el agua cumpla con estrictos requisitos de calidad ya que es fundamental para garantizar la calidad del concreto para mantener su integridad y resistencia con el paso del tiempo.

Uno de los principales motivos para mantener altos estándares de calidad en el agua radica en la reacción química que tiene lugar durante la hidratación del cemento. Cuando el cemento entra en contacto con el agua, se desencadenan reacciones químicas que eventualmente, llevan al endurecimiento del concreto. Sin embargo, la presencia de impurezas como aceites, ácidos o sales en el agua puede interferir en estas reacciones, debilitando la estructura final del concreto y reduciendo su capacidad de resistencia.

Tipo de cemento:

El cemento se considera un material de construcción con múltiples aplicaciones y se divide en diversas categorías, según los materiales

empleados en su composición y sus características distintivas. Una de las categorías predominantes de cemento será el cual se utilizará en esta investigación y este es el siguiente:

Portland:

Sanjuan y Chinchón (2014), según los autores el cemento es utilizado para el tipo más común de concreto y se compone por cemento Portland, agua y agregados, lo que lo hace adecuado para diversas aplicaciones en construcción, mostrando una resistencia a la compresión adecuada para muchas estructuras. Además, puede ser considerado como un cemento de tipo aglutinante o hidráulico que con agua al combinarse agregados y refuerzo de acero discretamente, posee la propiedad de formar un macizo rocoso resistente y duradero denominado concreto.

Tabla 2

Compuestos Químicos en el Cemento Portland

COMPUESTO	FORMULA QUIMICA	ABREVIATURA
Silicato (Tricálcico)	(3CaO SiO_2)	(C3S)
Silicato (Dicálcico)	(2CaO SiO_2)	(C2S)
Aluminato (Tricálcico)	$(3\text{CaO Al}_2\text{O}_3)$	(C3A)
Aluminoferrito (Tetracálcico)	$(4\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{ Fe}_2\text{O}_3)$	(C4AF)

Fuente: Mezclas de concreto, Unknown (2014).

2.2.2.1.PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Corzo (2019) indica que los agregados se obtienen a partir de la trituración natural o artificial de diferentes tipos de rocas. Estos materiales presentan una amplia variedad de tamaños de partículas, que van desde granulometrías casi microscópicas hasta fragmentos más grandes, como la gravilla y las piedras medianas. Los agregados, junto con el cemento y el agua, son componentes esenciales en la fabricación del concreto, ya que influyen directamente en sus propiedades y calidad. Por ello, la Norma Técnica Peruana (NTP), así como normativas de otros países, como la Norma Técnica Colombiana (NTC), han establecido regulaciones para garantizar el control de calidad de estos materiales. Dichas normativas especifican los criterios para evaluar características físicas y mecánicas de los agregados, tales como el

peso específico, la capacidad de absorción, la densidad unitaria, el contenido de humedad, la resistencia y la presencia de elementos nocivos, entre otros, con el fin de asegurar la durabilidad y el desempeño adecuado del concreto en diversas condiciones de uso.

2.2.2.1.1.PESO ESPECÍFICO DE LA MASA

Longas (2019), La determinación del peso específico involucra varias otras propiedades de la sustancia, como la densidad, la masa y el peso convencional de la misma. Esto se calcula mediante la siguiente fórmula, en la cual “M” representa la masa de la sustancia, multiplicado por “g” que corresponde a la fuerza generada por la gravedad (generalmente considerada como 9.8 m/s^2) y dividido entre “V” es el volumen de la sustancia.

El término peso específico se utiliza para describir la proporción entre la masa de una sustancia y su volumen. En el contexto del concreto, esto es relevante porque la resistencia se ve influenciada por la densidad de sus componentes. La densidad del concreto está directamente relacionada con la cantidad de agregados empleados y la cantidad de agua incorporada en la mezcla. En general, un concreto de mayor densidad tiende a exhibir una resistencia superior.

2.2.2.1.2.ABSORCIÓN

Stodocu (2023) indica que la absorción de agua por parte de los agregados es una propiedad fundamental que influye en la trabajabilidad y textura del concreto. Cuando los agregados absorben agua durante la mezcla, reducen la cantidad de agua disponible en la pasta de cemento, afectando la manejabilidad de la mezcla. Si dos tipos de agregados presentan niveles de absorción similares, otros factores, como la forma, el tamaño y la distribución de las partículas, adquieren mayor relevancia en la determinación de la textura del concreto. Para lograr una buena consistencia y

trabajabilidad, es recomendable utilizar agregados con baja absorción y partículas de forma redondeada, ya que esto contribuye a mejorar la cohesión de la mezcla y garantizar su adecuado desempeño en la construcción.

2.2.2.1.3.CONTENIDO DE HUMEDAD

Mac Graw (2019) señala que los agregados pueden contener cierto nivel de humedad, el cual está estrechamente relacionado con la cantidad de poros presentes en sus partículas. Esta propiedad depende del tamaño y distribución de los poros, su capacidad para retener o drenar líquidos, y el volumen total de espacios vacíos en el material.

El contenido de humedad libre se calcula como la diferencia entre la humedad total y la absorción del agregado. La humedad total representa la cantidad total de agua contenida en el agregado. Si el contenido de humedad libre es positivo, significa que el agregado aporta agua adicional a la mezcla, mientras que un valor negativo indica que el agregado absorberá agua de la mezcla. Este factor es clave en el diseño de mezclas de concreto, ya que influye en la cantidad de agua disponible para la hidratación del cemento y, por lo tanto, en la trabajabilidad y resistencia del concreto final.

2.2.2.1.4.MÓDULO DE FINURA

Barrionuevo (2018) señala que el módulo de finura es un número que indica qué tan gruesa o fina es la arena utilizada en la mezcla de concreto, se calcula sumando los porcentajes acumulados de material retenido en una serie de tamices estándar y dividiendo el resultado entre 100. Este parámetro es fundamental en el diseño del concreto, ya que variaciones en la distribución granulométrica de la arena pueden afectar la cantidad de agua necesaria en la mezcla, influyendo así en su trabajabilidad. Si la granulometría de la arena cambia significativamente, será necesario ajustar las proporciones de cemento y agua para mantener la resistencia

del concreto. Para evitar recalcular constantemente la mezcla, se recomienda que el módulo de finura se mantenga dentro de un rango de ± 0.2 entre diferentes lotes de material.

Los tamices utilizados en este cálculo son los siguientes: No. 100, No. 50, No. 30, No. 16, No. 8, No. 4, $\frac{3}{8}$ ", $\frac{3}{4}$ ", $1\frac{1}{2}$ ", 3" y 6". La ecuación para determinar el módulo de finura se expresa de la siguiente manera:

$$MF = \frac{\sum \% \text{retenido}_{\text{acumulado}} (6'' + 3'' + 1\frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

2.2.2.1.5. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

Sanjuan y Chinchón (2014) explican que el tamaño máximo del agregado grueso en el concreto se elige por razones económicas y de trabajabilidad. Los agregados más pequeños requieren más cemento y agua, mientras que los más grandes ayudan a reducir estos insumos, optimizando costos. El tamaño nominal del agregado se define según su granulometría, es decir, el porcentaje de material que pasa por una serie de tamices. Se considera la malla más pequeña por la que debe pasar la mayor parte del material, permitiendo que entre un 5% y un 15% quede retenido en una malla de mayor tamaño. Por ejemplo, si el agregado tiene un tamaño máximo de 25 mm, su tamaño nominal será 19 mm, lo que significa que entre el 90% y el 100% del material debe atravesar la malla de 19 mm, mientras que solo entre el 5% y el 15% puede quedar retenido en la de 25 mm. Mantener un control sobre el tamaño nominal del agregado es clave para lograr una distribución uniforme de partículas en la mezcla de concreto, lo que mejora su resistencia y trabajabilidad.

2.2.2.1.6. PESO SECO COMPACTADO

Reyes et al. (2016) indican que el peso unitario compactado de los agregados, también conocido como peso seco compactado, es una propiedad fundamental en la construcción, ya que influye directamente en la densidad y resistencia del concreto. Este valor representa el peso por

unidad de volumen que ocupan los agregados después de un proceso de compactación, el cual reduce los espacios vacíos entre partículas y mejora la estabilidad del material. En términos simples, mide qué tan densamente se acomodan las partículas dentro de un recipiente cuando se eliminan los espacios vacíos mediante vibración o compactación. Un mayor peso unitario compactado indica una mayor cantidad de agregado en un volumen determinado, lo que favorece la reducción de vacíos y contribuye a la resistencia del concreto. Esta característica es clave para asegurar que el concreto cumpla con los estándares de calidad y seguridad en aplicaciones como edificaciones, carreteras y puentes. Por ello, su correcta evaluación y control en el diseño de mezclas permite ajustar las proporciones de los materiales para optimizar el desempeño estructural.

2.2.2.2.DENSIDAD DEL CONCRETO

Sanjuan y Chinchón (2014), señalan que la densidad del concreto está determinada por diversos factores, entre ellos la densidad y cantidad de los agregados, la proporción de cemento y agua, el aire atrapado en la mezcla y el tamaño máximo del agregado. En particular, el tamaño del agregado influye en la cantidad de cemento y agua necesarios para la mezcla. A medida que aumenta la proporción de agregados de mayor tamaño, suele reducirse la demanda de cemento y agua, lo que puede generar un concreto más denso. Por ello, un adecuado equilibrio en la composición de la mezcla es esencial para optimizar la resistencia y trabajabilidad del concreto.

2.2.2.2.1.CONCRETO FRESCO

Aceros Arequipa (2023), El concreto en estado fresco se refiere a la mezcla recién preparada y, en consecuencia, es una mezcla que puede ser moldeada y manipulada fácilmente. De hecho, existe un método de evaluación para medir la facilidad de manejo del concreto, para la cual se requiere una base plana, un molde en forma de cono

acompañado de una barra cilíndrica de metal. El procedimiento implica la medición de la elevación alcanzada por una porción de concreto después de ser liberada de un cono que se emplea como molde. Esto se realiza para evaluar si el concreto recién mezclado presenta una consistencia seca o una textura rígida, plástica o fluida.

2.2.2.2.2.CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO

Los concretos de peso normal y los de pesos livianos expuestos a condiciones de congelamiento y deshielo o a productos químicos descongelantes deben tener aire incorporado, con el contenido total de aire indicado en la Tabla 4.1. La tolerancia en el contenido total de aire incorporado debe ser de $\pm 1,5\%$. Para concretos con $f'c$ mayor de 35 MPa, se puede reducir el aire incorporado indicado en la Tabla 4.1 en 1%.

Sánchez (2001), nos dice que es probable que el nivel de aire presente en una mezcla de concreto aumente en situaciones donde la proporción de cemento sea baja, los agregados sean más pequeños en tamaño y se use una mayor cantidad de arena. Además, en casos de consistencia más líquida, mezclas más intensas o prolongadas, o la incorporación de aditivos, es probable que el contenido de aire también se incremente, entre ellos se tiene lo siguiente:

- ✓ Cuando se utilizan proporciones de cemento reducidas.
- ✓ En casos de agregados con un tamaño máximo menor.
- ✓ Cuando la cantidad de arena es mayor en la mezcla.
- ✓ En situaciones donde la consistencia de la mezcla es más fluida.
- ✓ Cuando las operaciones de mezcla son más intensas o se prolongan por más tiempo.
- ✓ En presencia de aditivos que están diseñados para introducir aire en la mezcla.

2.2.2.2.3.CONCRETO ENDURECIDO

Becosan (2021), señala que el concreto endurecido es un material constructivo que, tras su colocación y compactación, experimenta un proceso gradual de endurecimiento, en el cual gana resistencia y reduce su contenido de humedad. Este proceso es esencial en la construcción, ya que el comportamiento del concreto en estado endurecido está determinado por diversos factores físicos y químicos que actúan con el tiempo. El concreto endurecido presenta propiedades fundamentales como resistencia, retracción, dureza y permeabilidad, las cuales dependen de su composición y de las condiciones de curado. La densidad del concreto endurecido varía en función de los materiales utilizados, con valores típicos que oscilan entre 2300 y 2500 kg/m³ para mezclas con áridos normales. Factores como el tipo y cantidad de cemento, los aditivos incorporados, la relación agua/cemento, la humedad y la temperatura ambiental desempeñan un papel clave en la obtención de un concreto de calidad, garantizando su durabilidad y desempeño en distintas aplicaciones estructurales.

2.2.2.2.4.GRUPO CONTROL – CONCRETO CONVENCIONAL

Gonzales (2012), señala que el grupo control en una investigación sobre concreto se refiere a un conjunto de muestras elaboradas con concreto convencional, sin la aplicación de la variable o tratamiento experimental en estudio. Estas probetas sirven como referencia para comparar y evaluar los efectos del tratamiento aplicado en las muestras experimentales. Su función principal es garantizar la validez interna de la investigación, permitiendo determinar si los cambios observados son consecuencia directa del tratamiento o si pueden deberse a factores externos o aleatorios. Al mantener constantes las condiciones en el

grupo control, se puede medir con precisión el impacto real de la variable en análisis, asegurando resultados confiables en estudios sobre resistencia, durabilidad u otras propiedades del concreto.

2.2.3.VARIABLE INTERVINIENTE: CLIMAS GÉLIDOS

2.2.3.1.CONDICIONES CLIMÁTICAS

Ortiz (2007), indica que las condiciones climáticas, como la exposición al sol, la lluvia y el viento, pueden influir significativamente en la manejabilidad de las mezclas de concreto. Las altas temperaturas aceleran la evaporación del agua, lo que puede reducir la trabajabilidad y afectar el proceso de fraguado. Por otro lado, la lluvia puede incrementar la proporción de agua en la mezcla, alterando la relación agua/cemento y disminuyendo la resistencia final del concreto. Estas variaciones en la humedad pueden generar problemas como segregación, afectando la uniformidad y calidad del material, por lo que es fundamental controlar las condiciones ambientales durante su elaboración y colocación.

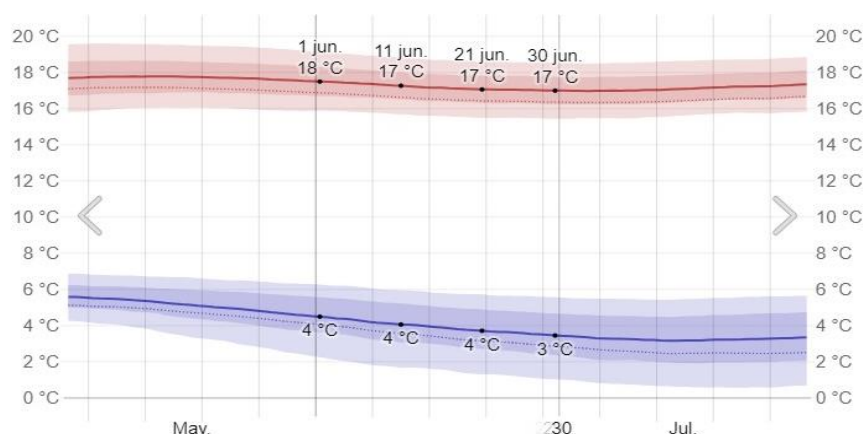
Weatherspark (2024), describe el clima de Cerro de Pasco, Perú, como uno de inviernos cortos, extremadamente fríos y secos, con temperaturas mínimas que pueden descender hasta 3 °C en junio - julio, meses más fríos del año. Los veranos, aunque breves, se caracterizan por un ambiente fresco y nublado, con temperaturas máximas promedio de aproximadamente 18 °C, alcanzando su punto más cálido en noviembre. La precipitación anual promedio es de 1182.7 mm, concentrándose entre octubre y abril, con el mayor volumen de lluvias registrado en febrero. A pesar de la variabilidad en las precipitaciones, la humedad relativa se mantiene en niveles extremadamente bajos a lo largo del año. Estas condiciones climáticas hacen de Cerro de Pasco una de las regiones con temperaturas mínimas más bajas y un régimen de lluvias significativo en el país.

2.2.3.1.1.TEMPERATURAS MÍNIMAS REGISTRADAS

Bedoya (2017), las temperaturas mínimas registradas varían a lo largo del año. Durante la temporada fría, desde mediados de junio principios de agosto, las temperaturas mínimas promedio descienden hasta 3 °C, siendo junio mes más frío, el período templado abarca desde mediados de setiembre hasta principios de diciembre, presenta mínimas promedio de alrededor de 6 °C. Estas condiciones climáticas hacen de Cerro de Pasco un lugar conocido por sus inviernos muy fríos, con temperaturas mínimas extremadamente bajas que rara vez bajan por debajo de 2 °C a lo largo del año.

Figura 1

Temperaturas máximas y mínimas del mes de Junio – Chaupimarca 2024



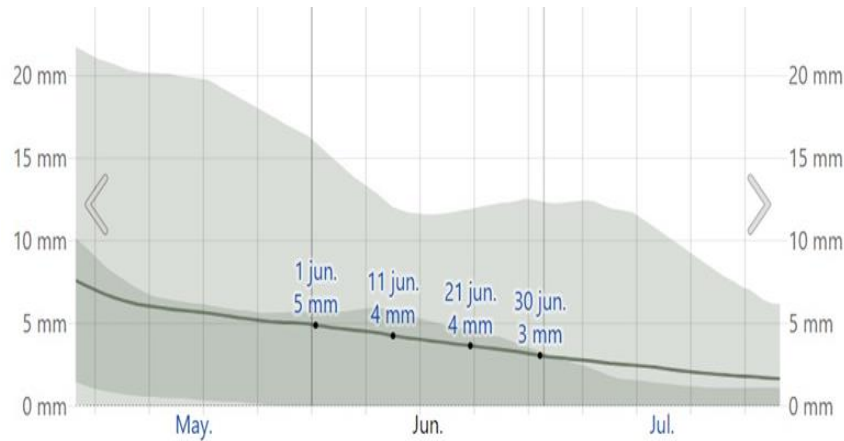
Fuente: Tiempo / Pronóstico Meteorológico, Weatherspark (2024).

2.2.3.1.2.PRECIPITACIÓN Y NUBOSIDAD RELATIVA

Weatherspark (2024), Cerro de Pasco, Perú, el clima se caracteriza por veranos cortos con temperaturas frescas y cielos nublados, así como inviernos de duración limitada, que son muy fríos y experimentan condiciones secas y cielos parcialmente nublados a lo largo del año; donde la precipitación en temporadas de lluvias se extiende durante aproximadamente 5.6 meses, desde octubre hasta abril, siendo febrero el mes de mayor precipitación. La temporada seca se extiende durante 6.4 meses, de abril a octubre, siendo agosto el mes con menos precipitaciones.

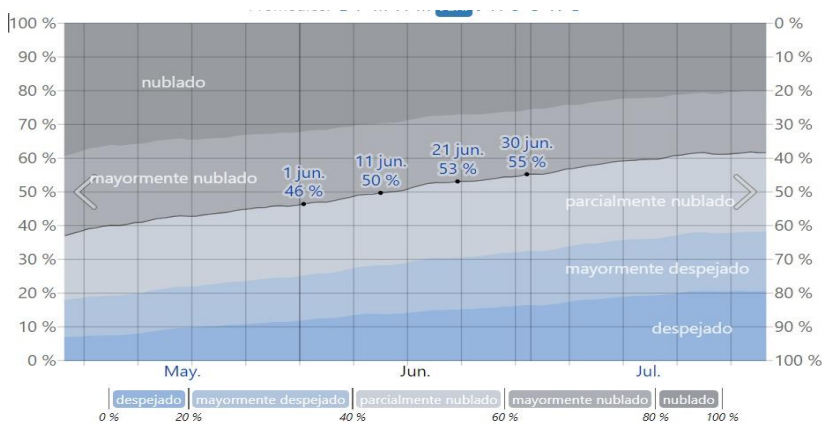
En junio, Chaupimarca experimenta una reducción en la nubosidad, pasando de un 54 % al 45 % en el tiempo que el cielo permanece cubierto o mayormente cubierto. El 30 de junio es el día con mayor claridad, registrando cielos despejados parcialmente despejados o mayormente nublados durante el 55 % del tiempo. Para ponerlo en contexto, el 23 de febrero, el día con mayor nubosidad del año, tiene una probabilidad del 92 % de cielos nublados o nublados mayormente. En contraste, el 2 de agosto, el día más despejado del año, presenta una probabilidad del 62 % de tener cielos despejados, mayormente despejados o nublados parcialmente.

Figura 2
Precipitaciones del mes de Junio – Chaupimarca 2024.



Fuente: Tiempo / Pronóstico Meteorológico, Weatherspark (2024).

Figura 3
Nubosidad del mes de Junio – Chaupimarca 2024



Fuente: Tiempo / Pronóstico Meteorológico, Weatherspark (2024).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Agregado:** Material granular como piedra triturada, grava y arena, que se combina con cemento y agua para formar concreto o mortero hidráulico, utilizado ampliamente en construcción e ingeniería civil (Galicia, 2016).
- **Aditivo Acelerante:** Sustancia química añadida al concreto para reducir el tiempo de fraguado y acelerar el desarrollo de resistencia, especialmente en climas fríos, prefabricación y reparaciones (Norma ASTM C494, 2011).
- **Armadura de Refuerzo:** Conjunto de barras de acero o malla metálica incorporado al concreto para mejorar su capacidad de resistir esfuerzos de tracción y aumentar su durabilidad estructural (Fernández, 1985).
- **Cemento Portland:** Cemento hidráulico obtenido por la calcinación de materiales calcáreos y arcillosos, que al mezclarse con agua desarrolla una pasta que fragua y endurece con el tiempo, proporcionando alta resistencia mecánica (Bedoya, 2017).
- **Compresión:** Esfuerzo al que se somete un material al aplicar una carga que tiende a reducir su volumen. En concreto, se evalúa mediante ensayos de resistencia a la compresión (Reyes, 2014).
- **Concreto:** Material compuesto por cemento, agregados, agua y aditivos, caracterizado por su resistencia mecánica y durabilidad, utilizado en estructuras de ingeniería civil (Barrios y Gutiérrez, 2021).
- **Concreto Fresco:** Estado del concreto recién mezclado, en el cual es moldeable y trabajable antes de que inicie el proceso de fraguado y endurecimiento (Catalán, 2013).
- **Consistencia Normal:** Cantidad de agua requerida en una mezcla de cemento para alcanzar una fluidez óptima, determinada mediante el aparato de Vicat (Castro, 1997).
- **Contracción Plástica:** Reducción de volumen en el concreto fresco debido a la rápida evaporación del agua superficial, lo que puede generar grietas antes del endurecimiento (Díaz, 2012).

- **Curado del Concreto:** Proceso mediante el cual se mantiene la humedad y temperatura adecuadas en el concreto endurecido para asegurar el desarrollo óptimo de su resistencia y durabilidad (Bernable, 2012).
- **Dosificación del Concreto:** Proceso de selección y proporción de los componentes del concreto (cemento, agregados, agua y aditivos) para obtener una mezcla con características mecánicas y de trabajabilidad adecuadas (Ramos, 2018).
- **Encofrado:** Estructura temporal que moldea y sostiene el concreto fresco hasta su fraguado y endurecimiento, garantizando su forma y estabilidad (Huaricancha, 2018).
- **Mezclado del Concreto:** Procedimiento de combinación de los materiales del concreto, realizado de manera manual o mecánica, para lograr una distribución homogénea de sus componentes (Cruz, 2017).
- **Mezclas de Prueba:** Ensayos experimentales realizados para determinar la proporción óptima de los materiales del concreto, garantizando que cumpla con los estándares de resistencia y durabilidad requeridos (Huanca, 2006).
- **Resistencia:** Capacidad de un material o estructura para soportar esfuerzos sin sufrir deformaciones o fallas significativas, evaluada mediante ensayos de laboratorio (Trujillo, 2019).
- **Tiempo de Fraguado:** Intervalo entre la mezcla del cemento con agua y su transición al estado sólido con resistencia mecánica inicial, determinado por normativas específicas (Torres, 2011).
- **Vibrado del Concreto:** Técnica que consiste en aplicar vibraciones al concreto fresco para eliminar burbujas de aire y mejorar su compactación y resistencia (Padilla, 2018).
- **Vidrio Molido:** Material obtenido por la trituration de desechos de vidrio, que puede incorporarse al concreto como agregado fino o material puzolánico para mejorar ciertas propiedades mecánicas y de durabilidad (Riva, 2000).

- **Humedad:** Cantidad de agua contenida en un material o en la atmósfera, influye en la trabajabilidad del concreto y en sus procesos de fraguado y endurecimiento (Madrid, 2020).
- **Precipitación:** Fenómeno meteorológico en el que el agua en forma de lluvia, nieve, granizo o aguanieve cae desde la atmósfera a la superficie terrestre, afectando la humedad ambiental y el fraguado del concreto (Espinoza, 2019).
- **Temperatura:** Magnitud física que indica el nivel de calor o frío de un objeto o ambiente, expresada en grados Celsius o Fahrenheit, con impacto en la velocidad de reacción del cemento y la resistencia del concreto (Pasquel, 2019).
- **Granulometría:** Análisis que determina la distribución del tamaño de partículas en un agregado, fundamental en la ingeniería para optimizar la trabajabilidad y resistencia del concreto (Guillermo, 2013).
- **Tamiz:** Dispositivo con una malla o superficie perforada que permite clasificar partículas sólidas por tamaño, utilizado en ensayos de granulometría para seleccionar agregados adecuados en la mezcla del concreto (Moreno, 2023).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1.HIPÓTESIS GENERAL

Existe una mejora significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

2.4.2.HIPÓTESIS ESPECIFICOS

- Mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del 10% de vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.
- Mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del 15% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

- Mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del 20% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

2.5. VARIABLES

2.5.1.VARIABLE INDEPENDIENTE:

Vidrio sodocálcico molido

2.5.2.VARIABLE DEPENDIENTE:

Resistencia a la compresión del concreto

2.5.3.VARIABLE INTERVINIENTE:

Climas gélidos

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO
VARIABLE INDEPENDIENTE: VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO	10% de vidrio sodocálcico molido en relación al peso del agregado fino	Dosificación del concreto	- Ficha de laboratorio de análisis granulométrico de los agregados. - Hojas de cálculo de diseño mezcla.	Cuantitativo
	15% de vidrio sodocálcico molido en relación al peso del agregado fino			
	20% de vidrio sodocálcico molido en relación al peso del agregado fino			
VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	Propiedades físicas de los agregados	Peso específico de la masa	- Formatos - Ficha Granulométrica.	Cuantitativo
		Absorción		Cuantitativo
		Contenido de humedad.		Cuantitativo
		Módulo de finura		Cuantitativo
		Tamaño máximo nominal		Cuantitativo
		Peso seco compactado		Cuantitativo
	Densidad del Concreto	Concreto fresco	- Cono de Abrams	Cuantitativo
		Contenido de aire en el concreto fresco	- Norma E-060	Cuantitativo
		Concreto endurecido	- Probetas	Cuantitativo
		Grupo control - concreto convencional	- Hojas de cálculo de diseño mezcla - Probetas.	Cuantitativo
VARIABLE INTERVINIENTE: CLIMAS GÉLIDOS	Condiciones climáticas	Temperaturas mínimas registradas	- Paginas climatológicas actualizadas	Cuantitativo
		Precipitación y nubosidad relativa	- Paginas climatológicas actualizadas	Cuantitativo

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Tamayo (2014), nos dice que este estudio representa un tipo de investigación aplicado con el propósito de intervenir, comprender, modificar y construir una realidad desafiante. El objetivo principal se llevó a cabo determinando la mejora de la resistencia del concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$), incorporando en un (10), (15) y (20) por ciento de vidrio sodocálcico triturado finamente, en lugar al peso total del material agregado fino de acuerdo a los porcentajes mencionados. Se realizaron pruebas con el objetivo de evidenciar la mejoría de las características del material en situaciones de compresión, en una ubicación que se encuentra a una altitud cercana a los 4400 m.s.n.m., específicamente en el distrito de Chaupimarca-Pasco.

3.1.1.ENFOQUE

El enfoque, es de carácter cuantitativo, porque mediante medición estadística y numérica se comprobó la mejora del nivel de resistencia a la compresión según las hipótesis propuestas.

3.1.2.ALCANCE O NIVEL

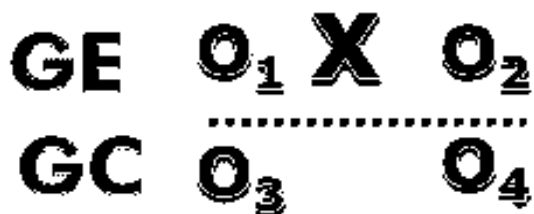
El estudio actual se enfocó en una investigación explicativa, ya que los resultados obtenidos del grupo experimental de probetas de concreto que agregaron vidrio sodocálcico molido finalmente permitirán la evaluación a la compresión en la resistencia en el concreto.

3.1.3.DISEÑO

La investigación de Hernández et al. (2014), está diseñada para ser de naturaleza cuasi experimental, ya que su objetivo fue investigar cómo la integración del vidrio triturado finamente puede mejorar la resistencia del concreto. Para ello, se realizaron pruebas y mediciones controladas en las que se alterará intencionalmente la variable independiente del vidrio triturado finamente integrado y se observará el impacto generado en la variable dependiente (capacidad del concreto resistente). Este diseño cuasi experimental que permitió establecer una relación causa-efecto y facilita la obtención de conclusiones más precisas, este estudio

analizará el impacto de añadir vidrio triturado finalmente del concreto mediante la resistencia.

De acuerdo con la naturaleza de mi estudio, se trata de un diseño cuasi experimental en el cual se realizó un diseño que incluye dos grupos equivalentes o un grupo de control, y el esquema general es el siguiente:



Donde:

X= Variable independiente experimental

O₁ O₃= Mediciones pre-test de la variable dependiente

O₂ O₄= Mediciones post-test de la variable dependiente

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

En el contexto de este estudio, la población estuvo compuesta por (48 probetas) cilindros de prueba con dimensiones de (4" x 8"). Estas muestras se dieron mediante pruebas con resistencias a la compresión, en los cuales se registrará la fuerza aplicada a cada pieza de forma individual.

3.2.2. MUESTRA

El proceso de selección de la muestra se realizó a través del método no aleatorio (no probabilístico) conocido como muestra dirigida. En este enfoque, el investigador utilizó un juicio subjetivo para determinar la cantidad de muestras, argumentando que la muestra representa adecuadamente la población.

Para la muestra se tomaron los ensayos de 48 probetas a las edades 3 días, 7 días, 14 días y 28 días, que serán repartidas de la siguiente manera:

Tabla 3

Relación de muestras en peso Agregado Fino

		10% de vidrio molido sodocálcico en peso AF	15% de vidrio molido sodocálcico en peso del AF	20% de vidrio molido sodocálcico en peso del AF	Grupo patrón de concreto convencional	Total
F'C=210 KG/CM²	3 días	3	3	3	3	12
	7 días	3	3	3	3	12
	14 días	3	3	3	3	12
	28 días	3	3	3	3	12
Sub Total						48
Total						48

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas de recolección de datos:

- **Observación directa:** Se entiende por OD porque es un medio de estudio el cual se encarga de recopilar información y saber en qué condiciones ambientales se encuentra el lugar de investigación, en el cual muestren en cómo se detalla y se sabe con exactitud cuales serían las preparaciones de la mezcla de concreto y la realización de las pruebas se llevaron a cabo.
- **Pruebas de laboratorio:** Se realizaron múltiples pruebas de resistencia, utilizando muestras de concreto preparadas con diversas cantidades de vidrio, mediante una serie de procedimientos y pasos para dicha elaboración y tendrá un resultado correcto, según la norma dada.

Instrumentos de recolección de datos:

Hernández y Baptista (2014), nos dice que los instrumentos de recolección de datos consisten en herramientas de medición y métodos que permiten relacionar las construcciones teóricas con la realidad

empírica, desempeñando un papel fundamental en la investigación al garantizar la obtención de información precisa y confiable. En este estudio, se emplearon herramientas durante las visitas de campo para documentar y analizar las condiciones del entorno y los materiales utilizados, facilitando la recopilación de datos clave para abordar el problema y evaluar la influencia del vidrio sodocálcico en la resistencia del concreto.

- **Medidores y equipos de laboratorio:** Se emplearon diversos instrumentos y equipos de laboratorio, entre ellos balanzas, medidores de temperatura, control de humedad, moldes de compresión y máquinas de ensayo de compresión, los cuales permitieron obtener datos precisos durante la preparación del concreto. El estudio se basó en la observación directa mediante la aplicación de técnicas que facilitaron la evaluación del comportamiento del concreto en estado fresco antes de realizar las pruebas de resistencia a la compresión. La recolección de datos incluyó la observación de campo y la fase de pruebas en el laboratorio TCL, utilizando formatos específicos para el desarrollo de los ensayos. Para el procesamiento de los datos, se emplearon herramientas virtuales como Excel y las normas ASTM, garantizando la precisión de los procedimientos de prueba. En términos de equipamiento, se utilizaron máquinas de prueba de resistencia, mezcladoras, tamices, básculas y hornos, entre otros.

Para la obtención del vidrio molido se tendrá en cuenta el siguiente procedimiento:

✓ **Obtención de vidrio sodocálcico molido**

El vidrio sodocálcico molido fue comprada en una plantada de reciclaje de residuos sólidos del Distrito de Surco en la ciudad de Lima. Esta planta se dedica a la recuperación y procesamiento de materiales reciclables, entre ellos el vidrio, que es seleccionado, triturado y molido hasta alcanzar una granulometría adecuada en la mezcla de concreto.

✓ **Integración de vidrio sodocálcico molido**

El vidrio sodocálcico molido se integró en porcentajes del 10%, 15% y 20% en relación al peso total del agregado fino. Esta adición fue

cuidadosamente dosificada para asegurar una distribución homogénea de la adición de vidrio en la mezcla permite evaluar cómo influye en las características mecánicas del concreto, particularmente en su capacidad para resistir compresión. La mezcla resultante fue sometida a ensayos en laboratorio para evaluar su rendimiento bajo condiciones climáticas frías, como las presentes en Chaupimarca, Pasco.

Tabla 4

Ejemplo de diseño de mezcla

Integración del (10% de vidrio sodocálcico molido) / reemplazo de agregado fino.					
Dosificación 1:2:2 ->1m3					
M3	Cemento (Bls)	Agregado Fino (m3)	Agregado Grueso (m3)	Vidrio sodocálcico molido al 10% (m3)	Agua (m3)
1	9.73	0.52-0.052=0.468	0.53	0.052	0.186

Tabla 5

Ejemplo de diseño de mezcla

Integración del (15% de vidrio sodocálcico molido) / reemplazo de agregado fino.					
Dosificación 1:2:2 ->1m3					
M3	Cemento (Bls)	Agregado Fino (m3)	Agregado Grueso (m3)	Vidrio sodocálcico molido al 15% (m3)	Agua (m3)
1	9.73	0.52- 0.078=0.442	0.53	0.078	0.186

Tabla 6

Ejemplo de diseño de mezcla

Integración del (20% de vidrio sodocálcico molido) / reemplazo de agregado fino.					
Dosificación 1:2:2 ->1m3					
M3	Cemento (Bls)	Agregado Fino (m3)	Agregado Grueso (m3)	Vidrio sodocálcico molido al 20% (m3)	Agua (m3)
1	9.73	0.52- 0.104=0.416	0.53	0.104	0.186

✓ **Separación de las partículas finas**

Una vez que el vidrio fue triturado hasta obtener partículas finas se procedió a realizar un tamizado, tales como mallas metálicas de diferentes tamaños. El objetivo de este proceso es segregar y eliminar partículas de tamaños mayores a la malla N.º 4. Además, se utilizarán tamices de tungsteno especializados para evitar dañar los tamices convencionales. El resultado de este proceso de tamizado proporcionará las características granulométricas del vidrio sodocálcico triturado finamente se consideró sólo las partículas finas y un tamaño de partícula máximo de 12.5 mm retenidas, que fueron repartidas en proporciones del 10%, 15% y 20% en reemplazo del peso o volumen de acuerdo a los diseños de mezcla.

Tabla 7

Tamaño de partículas de vidrio sodocálcico

Tamizado del Tamaño de partículas de vidrio sodocálcico	
Tamaño de Tamiz	Tamaño de tamiz (mm)
Menor < N° 4	4.750
% Max. Retenido N° 8	2.360
Menor < 100	Menor < 0.15

- **Para la obtención de los materiales áridos y cemento a utilizar:**

Para llevar a cabo la selección y recolección de agregados, así como del material cemento, Para el diseño con una resistencia de $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$, se utilizaron partículas de agregado grueso que fueron retenidas en el tamiz de 4.75 mm (Nº 4), obtenidas de la Cantera Sacra Familia, Región Pasco. El tamaño máximo de los agregados se determinó según los resultados obtenidos, con el objetivo de evaluar el tamaño máximo nominal del agregado de dicha cantera, es posible seguir los siguientes procedimientos:

- ✓ **Evaluación de la Cantera Sacra Familia:** Se realizó un análisis detallado de la calidad y accesibilidad de los agregados gruesos en la Cantera, garantizando que se ajusten a los estándares de limpieza, resistencia y durabilidad establecidos en las normativas.

- ✓ **Muestreo y ensayos de los agregados gruesos:** Recopilar muestras representativas de obtener los agregados gruesos de la cantera y realizar pruebas en laboratorio para identificar sus propiedades físicas, tales como análisis granulométrico, peso específico de la masa, la absorción, el módulo de finura, el contenido de humedad, el peso seco compacto y el tamaño máximo nominal del material.
- ✓ **Selección de los agregados gruesos:** Los resultados de los ensayos y las especificaciones técnicas, se seleccionaron por los agregados gruesos cumplieron con los criterios de calidad y que se ajusten al tamaño máximo nominal de acuerdo a los ensayos se dieron los resultados en el laboratorio.
- ✓ **Cemento tipo 1 (bolsa verde):** Para seleccionarlo de manera adecuada, es necesario identificar los requerimientos específicos de esta investigación, consultar a proveedores para verificar su disponibilidad y cumplimiento con estándares de calidad. Las especificaciones técnicas abarcan aspectos como la composición química precisa, para analizar la capacidad de resistencia a la compresión en distintos momentos de curado y determinar el tiempo de fraguado óptimo y el cumplimiento de normativas locales e internacionales. Estas consideraciones aseguran que el cemento Tipo 1 satisfaga los niveles de calidad y resistencia necesarios para la construcción de estructuras sólidas y de larga durabilidad.
- ✓ **Evaluación de la arena triturada:** Si se emplea arena triturada, asegurarse de que su porcentaje en el agregado fino no exceda el 30%, y que cumpla con los requisitos de durabilidad y pureza esenciales para asegurar la calidad de concreto durante la mezcla.

Para la elaboración de las probetas de concreto con la inclusión de vidrio sodocálcico molido, siguiendo el diseño de mezcla, transporte y análisis de los resultados:

- ✓ **Preparación del sitio de trabajo:** Acondicionar el área de trabajo para la elaboración del concreto, asegurando la limpieza y disponibilidad de equipos y herramientas necesarias.

- ✓ **Mezclado del concreto:** Realizar el mezclado de los agregados seleccionados juntos con la mezcla de concreto eficaz vidrio sodocálcico molido en las cantidades indicadas (10%, 15% y 20%) como sustituto del volumen o peso del agregado fino, así como la pasta de cemento, agua y agregado grueso, siguiendo las cantidades determinadas en el diseño de la mezcla para cada grupo de muestras.
- ✓ **Vertido y compactación:** Verter el concreto en los moldes o probetas de 4" x 8" que cumplan con las indicaciones del ASTM C31, de acuerdo con el plan de elaboración. Utilizar técnicas adecuadas de compactación para eliminar vacíos y garantizar una adecuada adherencia del concreto a las armaduras.
- ✓ **Curado del concreto:** Aplicar métodos de curado estándar adecuados de acuerdo al ASTM C31 y ASTM C511 para mantener la humedad y temperatura de las probetas de concreto durante el tiempo necesario hasta cumplir su edad programada para poder ensayar a la fuerza aplicada en compresión.
- ✓ **Transporte de muestras y ensayos de compresión:** La toma de muestras (probetas) del concreto elaboradas serán trasladadas al laboratorio TCL en la ciudad de Lima, donde se realizarán los ensayos de compresión a las edades especificadas según las normas técnicas ASTM, ACI, NTP, ASSHTO y RNE E.060.
- ✓ **Registro y análisis de resultados:** Documentar los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión y evaluar si los valores obtenidos cumplen con los estándares necesarios para los distintos tipos de concreto $f'c$ 210 kg/cm².

Esta tesis se ha adherido estrechamente a la metodología de recopilación de datos prescrita por la ASTM, así como al diseño de una mezcla de cemento con materiales de origen local en el mercado peruano.

La toma de muestras:

- El análisis de las diversas características de los agregados es esencial para asegurar una construcción de alta calidad.

- Es de suma importancia asegurar el transporte y almacenamiento adecuado de los agregados, impidiendo su separación y para preservar sus propiedades granulométricas y evitar la contaminación antes de ser añadidos a la mezcla, los agregados deben cumplir con los requisitos establecidos en las normativas ASTM C33 y NTP 400. 037.es fundamental.
- Estas propiedades comprenden el peso unitario, el análisis granulométrico, la densidad y la absorción según la capacidad de sus agregados ya sean finos y gruesos.
- Para medir la densidad aparente de los agregados, se emplea el estándar MTC E 203-2000, mientras que para realizar el análisis de la distribución de tamaños del agregado grueso, se emplea el estándar MTC E 204-2000.
- De igual manera, el peso específico de los agregados finos se mide siguiendo el estándar MTC E 205-2000.
- También se deben tener en cuenta el porcentaje de humedad y el análisis granulométrico de los agregados finos, ya que son importantes las consideraciones para garantizar una calidad concretas.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Las instalaciones de laboratorio TCL se utilizaron para desarrollar una técnica de procesamiento que implique determinar la dosificación de concreto. Esto permitió crear diversas mezclas integrando vidrio triturado finamente y sometiéndolo a pruebas de compresión en laboratorio. Los datos resultantes se procesarán digitalmente con software como Microsoft Excel y Word. Los análisis comparativos y estadísticos de los datos se presentarán en forma de gráficos, gráficos y tablas dentro de estos programas.

- ✓ **Microsoft Excel:** Es una herramienta altamente versátil que permite registrar, organizar y analizar datos numéricos obtenidos durante de los ensayos dados mediante la compresión del concreto con incorporación de vidrio molido. Su capacidad para crear tablas ordenadas facilita la inserción de valores de resistencia, condiciones de curado y fechas de

ensayo, lo que garantiza un almacenamiento organizado de información relevante. Además, Excel ofrece funciones estadísticas que posibilitan el cálculo de medidas descriptivas y análisis más complejos, incluyendo pruebas de hipótesis, lo que posibilita una comprensión detallada de la variabilidad y significancia de los resultados.

- ✓ **Microsoft Word:** Resulta ideal para elaborar informes detallados acerca de la investigación. A través de su plataforma, se puede redactar los resultados obtenidos, describir minuciosamente la metodología utilizada y presentar tablas y gráficos extraídos de Excel. Asimismo, Word ofrece diversas opciones para otorgar un formato profesional al documento, permitiendo la incorporación de encabezados, pies de página, numeración de páginas y tablas de contenido, lo que enriquece la presentación y facilita la comprensión del trabajo. También, se pueden compartir los documentos con colegas o profesionales para recibir valiosos comentarios y mejorar el contenido mediante la colaboración.
- ✓ **SPSS:** Es un software estadístico ampliamente utilizado en la investigación científica y social para la gestión y análisis de datos. Es particularmente útil para procesar grandes volúmenes de información y aplicar una amplia gama de técnicas estadísticas, desde las más simples hasta las más avanzadas.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 8

Datos obtenidos de los ensayos de laboratorio para determinar las características del agregado

	Agregado Grueso	Agregado Fino	Vidrio Sodocálcico molido
Módulo de fineza	6.8	2.94	3.71
% de contenido de humedad	0.1	1.16	0.04
Tamaño máximo nominal	1/2"	-	-
Tamaño de partícula máximo retenido (mm)	12.5	1.18	2.36
Peso Específico de masa gr/cc	2.8	2.65	-
Peso Específico de masa horno seco gr/cc	2.78	2.61	-
Peso Específico de masa aparente	2.83	2.73	-
% de Absorción	0.7	1.71	-
P. Unitario Suelto Kg/m ³	1339	1487	-
P. Unitario Compactado Kg/cm ³	1518	1771	-

Interpretación

En la tabla 8, se observan los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio para determinar las características del agregado, destacando que los agregados gruesos y finos fueron extraídos de la cantera de Sacra Familia en Pasco, mientras que el vidrio sodocálcico molido proviene de depósitos de reciclaje. El agregado grueso presenta un módulo de fineza de 6.8 y un tamaño de partícula máximo retenido de 12.5 mm, con un peso específico de masa de 2.8 gr/cc, mientras que el agregado fino tiene un módulo de fineza de 2.94 y un tamaño de partícula máximo retenido de 1.18 mm, con un peso específico de masa de 2.65 gr/cc. Por otro lado, el vidrio sodocálcico molido, con un módulo de fineza de 3.71 y un tamaño de partícula máximo retenido

de 2.36 mm, presenta un peso específico de masa de 3.71 gr/cc, lo que sugiere una mayor densidad en comparación con los agregados tradicionales. Asimismo, se destaca que el contenido de humedad del vidrio es significativamente menor (0.04%) en comparación con los agregados grueso y fino (0.1% y 1.16%, respectivamente), lo que podría influir positivamente en la estabilidad de la mezcla. En cuanto a la absorción, el agregado grueso muestra un 0.7% y el fino un 1.71%, mientras que el vidrio, al ser no poroso, no presenta absorción, lo cual puede contribuir a una mezcla más homogénea y resistente. Finalmente, el peso unitario suelto y compactado del vidrio sodocálcico molido (1487 Kg/m³ y 1771 Kg/m³, respectivamente) es superior al de los agregados tradicionales, lo que sugiere que su incorporación en el concreto podría mejorar la densidad y resistencia de la mezcla, haciéndola más adecuada para las condiciones climáticas gélidas del distrito de Chaupimarca en Pasco.

Tabla 9

Diseño de mezcla mediante el método ACI 211

Método de diseño de mezcla ACI 211			
Ítem	Descripción	Resultado	Observaciones
1	La resistencia Promedio Requerida a la Compresión (Kg/cm ²)	265	Al 25% del diseño de mezcla principal (210 kg/cm ²)
2	Contenido de aire (%)	2.5	
3	Contenido de agua (Lt/m ³)	228	
4	Relación A/C	0.6	
5	Contenido de cemento (Kg)	380	
	Factor Cemento (Bls)	8.941	
6	Peso del agregado grueso (Kg/m ³)	813.648	
7	Volumen absoluto		
	Cemento (m ³)	0.122	
	Agua (m ³)	0.228	
	Aire (m ³)	0.025	
	Vol AG (m ³)	0.293	
	Vol AF (m ³)	0.333	
8	Calcular el peso del AF (Kg)	867.89	
9	Presentación del diseño en estado Seco		
	Cemento (Kg)	380.00	
	Agua (Lt)	228.00	
	Vol AG (Kg)	813.65	
	Vol AF (Kg)	867.89	
10	Corrección por humedad de los agregados		
	AF (Kg)	877.96	

	AG (Kg)	814.46
11	Aporte de agua a la mezcla	-9.72
	AF (Lt)	-4.83
	AG (Lt)	-4.89
12	Agua efectiva (Lts)	237.72
13	Proporcionamiento del diseño	
	Cemento (Kg)	380
	Vol AG (Kg)	877.96
	Vol AF (Kg)	814.46
	Agua (Lt)	237.72
	Proporción en peso P3	
	Cemento	1
	Vol AG	2.31
	Vol AF	2.14
	Agua	26.6

Interpretación

En la tabla 9, se observa el diseño de mezcla de concreto basado en el método ACI 211, ajustado para alcanzar una resistencia promedio de 265 Kg/cm² debido a la ausencia de un registro de desviación estándar del laboratorio; se ha seguido la recomendación del ACI de sumar 84 Kg/cm² a la resistencia de diseño de 210 Kg/cm², aunque solo se ha considerado el 25% de este incremento para evitar una variación excesiva. La mezcla tiene un contenido de aire del 2.5%, un contenido de agua de 228 L/m³ y una relación agua/cemento de 0.6, con un contenido de cemento de 380 kg/m³. Los pesos específicos de los agregados grueso y fino se han calculado en 813.648 kg/m³ y 867.89 kg, respectivamente, con un ajuste por humedad que resultó en 877.96 kg para el agregado fino y 814.46 kg para el agregado grueso. El diseño final en estado seco incluye 380 kg de cemento, 228 litros de agua, 813.65 kg de agregado grueso y 867.89 kg de agregado fino, con una proporción en peso de 1:2.31:2.14:26.6 para cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, respectivamente, asegurando un equilibrio entre trabajabilidad y resistencia.

Tabla 10*Ensayo de asentamiento del concreto fresco (SLUMP)*

MUESTRA	PROMEDIO PULG.
PATRÓN	4
10% DE VIDIRIO SODOCÁLCICO MOLIDO EN REEMPLAZO AL AGREGADO FINO	4 ½
15% DE VIDIRIO SODOCÁLCICO MOLIDO EN REEMPLAZO AL AGREGADO FINO	5 ¼
20% DE VIDIRIO SODOCÁLCICO MOLIDO EN REEMPLAZO AL AGREGADO FINO	6 ½

Interpretación

La tabla 10, muestra los resultados del ensayo de asentamiento del concreto fresco (SLUMP) para diferentes mezclas que incluyen vidrio sodocálcico molido en reemplazo parcial del agregado fino. El concreto patrón, sin adición de vidrio, presentó un asentamiento de 4 pulgadas. Al incorporar un 10% de vidrio molido, el asentamiento aumentó ligeramente a 4 1/2 pulgadas. Con un 15% de vidrio, el asentamiento incrementó a 5 1/4 pulgadas, y con un 20%, alcanzó las 6 1/2 pulgadas.

Estos resultados indican que a medida que se incrementa el contenido de vidrio sodocálcico molido, el asentamiento del concreto aumenta, lo que sugiere una mayor fluidez de la mezcla. Este comportamiento puede estar relacionado con el tamaño de partícula del vidrio, que, según los datos previamente proporcionados, es más fino que el agregado grueso y presenta un tamaño de partícula máximo retenido de 2.36 mm. La finura del vidrio puede reducir la fricción interna en la mezcla, permitiendo que el concreto fluya con mayor facilidad durante el ensayo de asentamiento. Este incremento en la trabajabilidad es un aspecto a considerar, ya que podría influir en la homogeneidad del concreto y en su compactación durante el vaciado en obra.

Tabla 11

Modo o tipo de falla en la rotura de las probetas con adición de VSM, y del grupo patrón

MODO O TIPO DE FALLA						
EDAD	# MUESTRA	PATRON	10% DE VSM EN REEMPLAZO DEL AF	15% DE VSM EN REEMPLAZO DEL AF	20% DE VSM EN REEMPLAZO DEL AF	TIPO DE FALLA PREDOMINANTE POR EDAD
3 DIAS	M1	3				3
	M2	3				
	M3	3				
	M1		3			3
	M2		3			
	M3		3			
	M1			3		3
	M2			3		
	M3			3		
	M1				3	3
	M2				3	
	M3				3	
7 DIAS	M4	3				3
	M5	3				
	M6	3				
	M4		2			3
	M5		3			
	M6		3			
	M4			2		3
	M5			3		
	M6			3		
	M4				2	2
	M5				2	
	M6				3	
14 DIAS	M7	3				3
	M8	3				
	M9	2				
	M7		3			3
	M8		2			
	M9		3			
	M7			3		3
	M8			3		
	M9			2		
	M7				3	3
	M8				3	
	M9				3	
28 DIAS	M10	3				3
	M11	3				
	M12	3				
	M10		3			3
	M11		3			

M12	2				
M10		2			
M11		3			2
M12		2			
M10			3		
M11			3		3
M12			3		
TIPO DE FALLA PREDOMINANTE POR GRUPO AL CULMINAR LOS 28 DÍAS	3	3	3	3	

Interpretación

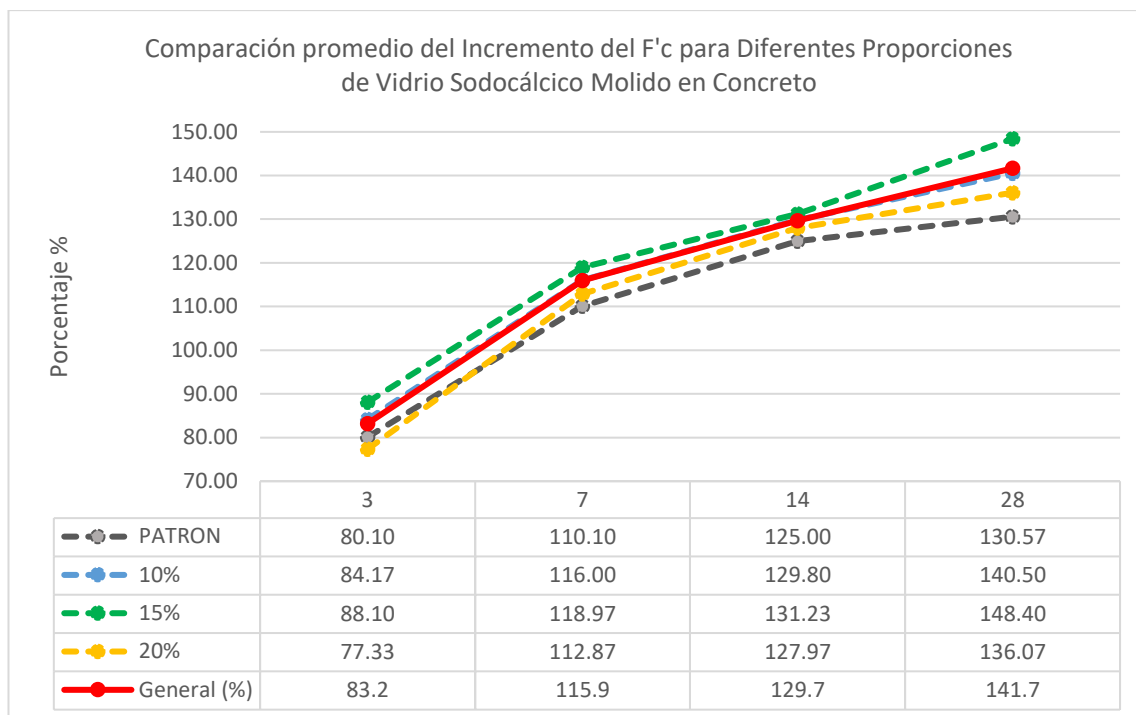
En la tabla 11, se identificaron fallas de tipo 2 y tipo 3 en las probetas de concreto, lo cual sugiere que la calidad del material se vio afectada por ciertos factores específicos, a pesar de que los procedimientos de fabricación y los ensayos cumplieron con las normativas vigentes y se realizaron bajo condiciones controladas en laboratorios con equipos calibrados. Los tipos de falla observados en las probetas de concreto tras ensayos de compresión a diferentes edades (3, 7, 14 y 28 días) con distintas proporciones de vidrio sodocálcico molido (VSM) en reemplazo del agregado fino (AF) en el concreto. Las fallas se clasificaron predominantemente como tipo 3, caracterizadas por grietas verticales sin formación de conos, lo que indica fracturas frágiles, comunes en todas las mezclas. A los 3 días, tanto el grupo patrón como las muestras con VSM mostraron este tipo de fractura, por lo que se puede concluir que a esta temprana edad el concreto con VSM y el tipo patrón tienen el mismo tipo de falla. Sin embargo, a los 7 días, se puede observar que con la incorporación desde 10% de VSM, empezaron a aparecer algunas fallas tipo 2, que presentan conos en un extremo y grietas en el otro, por lo que se concluye que a esta edad aparecen algunas fallas tipo 2, pero que siguen predominando las fallas tipo 3. A los 14 días, se observan más fallas tipo 2 en las muestras con el tipo patrón, 10% y 15% de VSM, por lo que se deduce que los agregados de la cantera Sacra familia también influyen en la homogeneidad de la calidad de las muestras de concreto. Finalmente, a los 28 días, las fallas tipo 3 siguen siendo predominantes, aunque persisten algunas fallas tipo 2 en las mezclas con 10% y 15% de VSM.

Por lo tanto, las fallas tipo 2, que se caracterizan por la formación de un cono bien definido en un extremo y grietas verticales en el otro, indican que la resistencia del concreto puede haber estado distribuida de manera desigual, posiblemente debido a la integración del vidrio sodocálcico molido en la mezcla o la calidad de los agregados de la cantera Sacra familia, lo que pudo generar discontinuidades o variaciones en la cohesión interna del concreto. Por otra parte, las fallas tipo 3, que se manifestaron en forma de grietas verticales sin formación de conos en los extremos, apuntan a una fractura más frágil, lo cual podría estar relacionado con el comportamiento del vidrio molido dentro de la matriz del concreto, afectando su capacidad de soportar la compresión de manera uniforme. Además, el agregado de la cantera Sacra Familia podría haber influido en la forma en que el concreto distribuye las tensiones, generando puntos débiles que condujeron a la aparición de grietas columnares. Estos factores combinados, tanto el vidrio sodocálcico molido como las características del agregado, parecen ser las principales causas de las fallas observadas en las probetas.

Tabla 12

Resultados de laboratorio

Valores Promedio por tipo				
EIDADES				
TIPO	3	7	14	28
PATRON	80.10	110.10	125.00	130.57
10%	84.17	116.00	129.80	140.50
15%	88.10	118.97	131.23	148.40
20%	77.33	112.87	127.97	136.07
Valor Promedio General con adición de VSM				
EIDADES				
TIPO	3	7	14	28
General (%)	83.2	115.9	129.7	141.7
General (kg/cm ²)	114.1	115.9	129.7	297.5

Figura 4*Resultados de laboratorio***Interpretación**

En la tabla 12 evidencia que la incorporación de vidrio sodocálcico molido (VSM) en el concreto incrementa significativamente la resistencia a la compresión en comparación con la mezcla patrón. Las mezclas con 10% y 15% de vidrio sodocálcico molido presentan los mayores incrementos, alcanzando 140.50% y 148.40% del F'c de diseño a los 28 días, respectivamente, lo que sugiere que estas proporciones optimizan la compacidad y reactividad de la matriz del concreto. Aunque el 20% de vidrio sodocálcico molido muestra un buen rendimiento, su efectividad es menor, estabilizándose en 136.07% a los 28 días. En general, la adición de vidrio sodocálcico molido en proporciones moderadas mejora las propiedades mecánicas del concreto, siendo más efectivo en el rango de 10% a 15%.

4.1.1. GRUPO PATRÓN

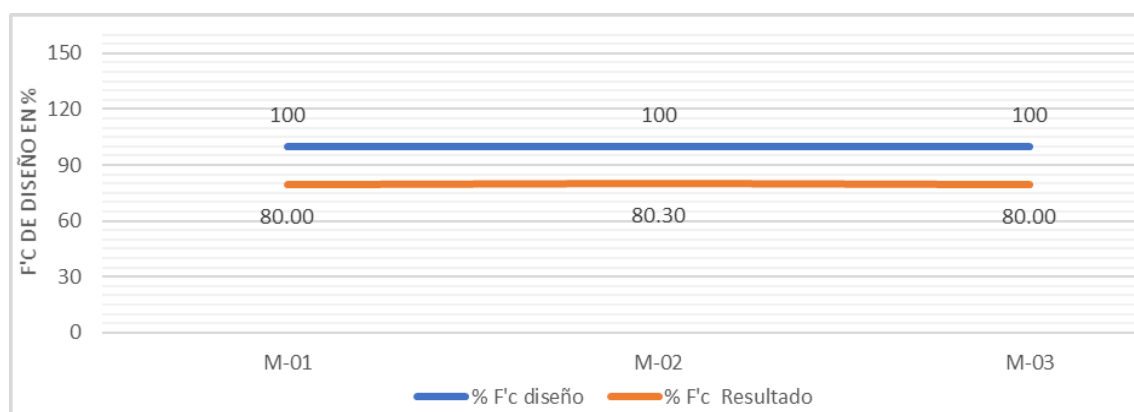
Tabla 13

Patrón 3 días de edad

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	13201.00	168.1	80.00
M-02	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	13250.00	168.7	80.30
M-03	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	13193.90	168.0	80.00

Figura 5

Patrón 3 días de edad

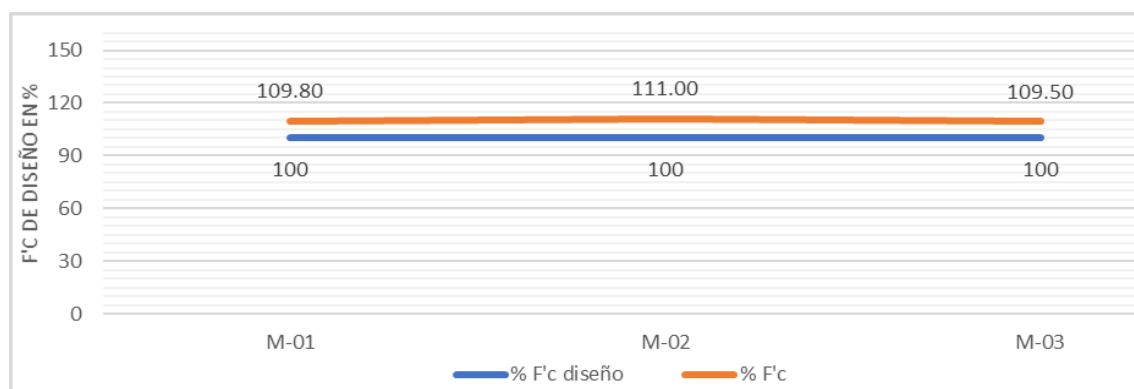


Interpretación

La tabla 13, muestra los resultados del ensayo de compresión realizado a los 3 días para tres probetas de concreto patrón, diseñadas para alcanzar una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm². Las pruebas revelan que las probetas alcanzaron resistencias de 168.1, 168.7 y 168.0 Kg/cm², lo que corresponde aproximadamente al 80% de la resistencia de diseño esperada. Estos resultados indican que, a los 3 días de curado, el concreto ha desarrollado un porcentaje significativo de su resistencia final, lo cual es común en concretos de fraguado normal, ya que la mayor parte de la resistencia se gana en los primeros días. Sin embargo, el hecho de que solo se haya alcanzado el 80% de la resistencia de diseño sugiere que el concreto aún está en proceso de ganar resistencia y probablemente alcanzará o superará la resistencia de diseño (210 Kg/cm²) en los días siguientes.

Tabla 14*Patrón 7 días de edad*

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	11/06/24	78.5	210	100	18114.00	230.6	109.80
M-02	04/06/24	11/06/24	78.5	210	100	18310.80	233.1	111.00
M-03	04/06/24	11/06/24	78.5	210	100	18058.90	229.9	109.50

Figura 6*Patrón 7 días de edad*

Interpretación

La tabla 14, presenta los resultados del ensayo de compresión realizado a los 7 días para tres probetas de concreto patrón, diseñadas con una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm²; el cual muestran que las resistencias alcanzadas fueron de 230.6, 233.1 y 229.9 Kg/cm², lo que representa entre 109.5% y 111% de la resistencia de diseño esperada. Estos resultados indican que, a los 7 días, el concreto ha superado la resistencia de diseño prevista para los 28 días, lo que sugiere un desarrollo acelerado de la resistencia en las primeras etapas de curado. Este comportamiento puede atribuirse a la calidad de los materiales utilizados y a las condiciones de curado, que han favorecido un rápido endurecimiento. Es importante destacar que alcanzar y superar la resistencia de diseño a los 7 días es un indicador positivo de que el concreto está en buen estado y continuará ganando resistencia hasta alcanzar su máximo potencial en los días posteriores.

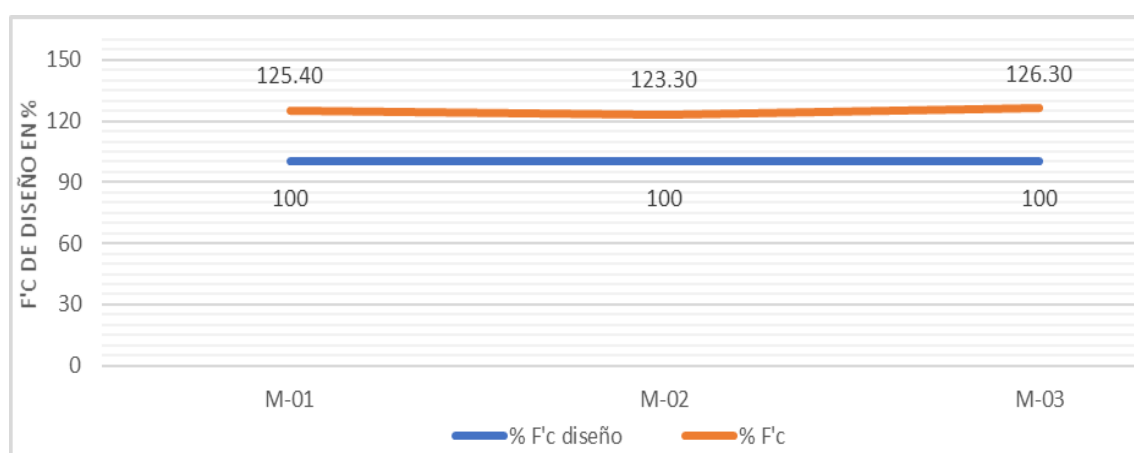
Tabla 15

Patrón 14 días de edad

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	20688.70	263.4	125.40
M-02	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	20342.00	259.0	123.30
M-03	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	20837.60	265.3	126.30

Figura 7

Patrón 14 días de edad



Interpretación

La tabla 15, muestra los resultados del ensayo de compresión realizado a los 14 días para tres probetas de concreto patrón, diseñadas con una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm²; donde los valores obtenidos revelan resistencias de 263.4, 259.0, y 265.3 Kg/cm², representando entre el 125.40%, 123.30% y el 126.3% de la resistencia de diseño. Estos resultados indican que el concreto ha superado significativamente la resistencia esperada a los 14 días, lo que evidencia un excelente desempeño en la ganancia de resistencia a una edad temprana. Este comportamiento sugiere que el concreto utilizado tiene una calidad superior, con un proceso de endurecimiento acelerado que garantiza una alta capacidad de carga antes de alcanzar los 28 días, lo cual es beneficioso para proyectos que requieren resistencia temprana.

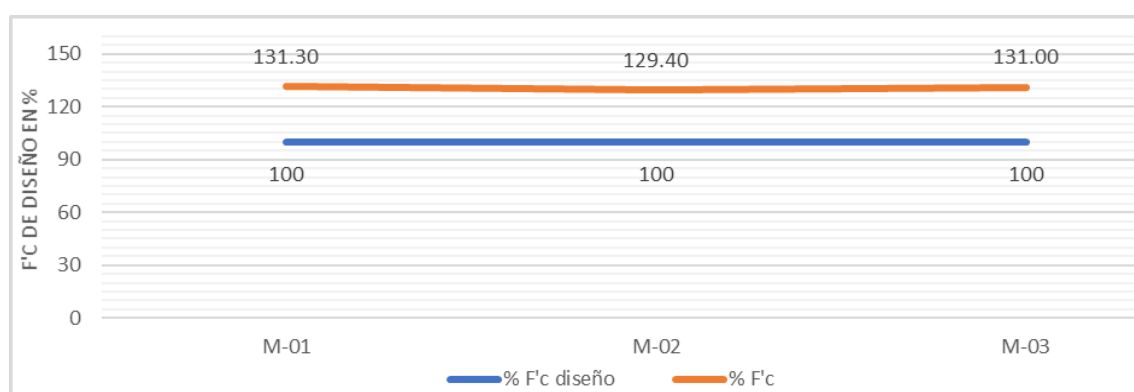
Tabla 16

Patrón 28 días de edad

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	02/07/24	78.5	210	100	21660.5	275.8	131.30
M-02	04/06/24	02/07/24	78.5	210	100	21334.2	271.6	129.40
M-03	04/06/24	02/07/24	78.5	210	100	21603.4	275.1	131.00

Figura 8

Patrón 28 días de edad



Interpretación

La tabla 16, muestra los resultados del ensayo de compresión realizado a los 28 días para tres probetas de concreto patrón, diseñadas con una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm²; donde los valores obtenidos revelan resistencias de 275.8, 271.6, y 275.1 Kg/cm², representando entre el 131.30%, 129.40% y el 131.00% de diseño. Esto indica que el concreto utilizado es de alta calidad y ha desarrollado una resistencia considerablemente mayor a la esperada, estos resultados responden a que el diseño de mezcla mediante el método ACI 211 es correcto, ya que se había considerado un adicional del 25% del F'c de diseño (210 kg/cm²) como factor de seguridad resultando un F'c requerido de 265 kg/cm², y que al momento de la rotura de probetas responden correctamente al control de calidad de acuerdo a lo que indica la norma ASTM C39 ($\pm 5\%$ del F'c de diseño), lo cual es un indicador positivo para la durabilidad y seguridad estructural de la obra.

4.1.2. DETERMINACIÓN CON LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO

4.1.2.1. 10% DE VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO EN REEMPLAZO AL AGREGADO FINO

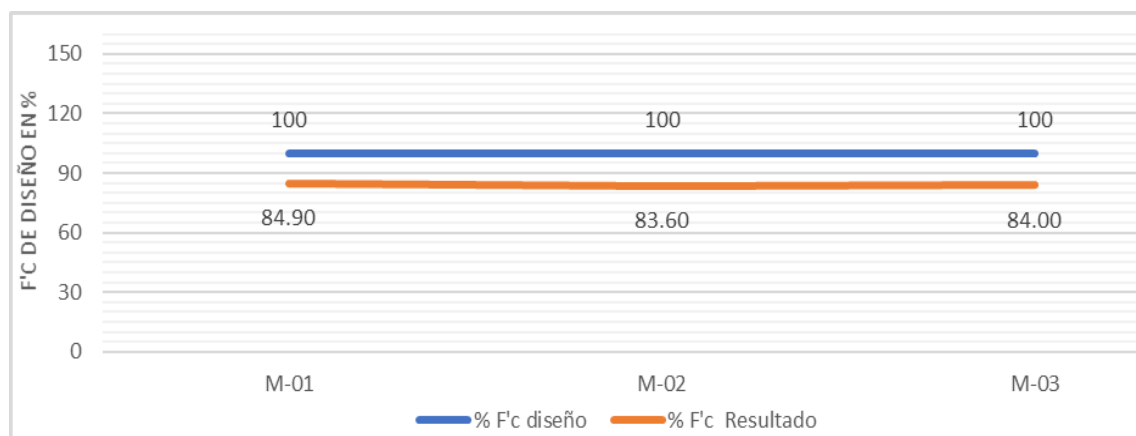
Tabla 17

10% en reemplazo al agregado fino a los 3 días

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	14008.60	178.4	84.90
M-02	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	13795.50	175.6	83.60
M-03	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	13854.70	176.4	84.00

Figura 9

10% en reemplazo al agregado fino a los 3 días



Interpretación

La tabla 17, muestra que con un 10% de reemplazo de agregado fino por vidrio molido (M-01, M-02, M-03) a los 3 días muestra que las resistencias a la compresión obtenidas fueron 178.4 kg/cm², 175.6 kg/cm² y 176.4 kg/cm², equivalentes al 83.60% al 84.90% de la resistencia de diseño de 210 kg/cm². Estos resultados indican que el concreto con vidrio molido ha alcanzado una resistencia ligeramente superior en comparación con el concreto patrón, aunque sigue siendo inferior al objetivo de diseño, lo cual es normal en las primeras etapas de curado. La incorporación de vidrio molido parece no haber comprometido significativamente la resistencia a corto plazo del concreto.

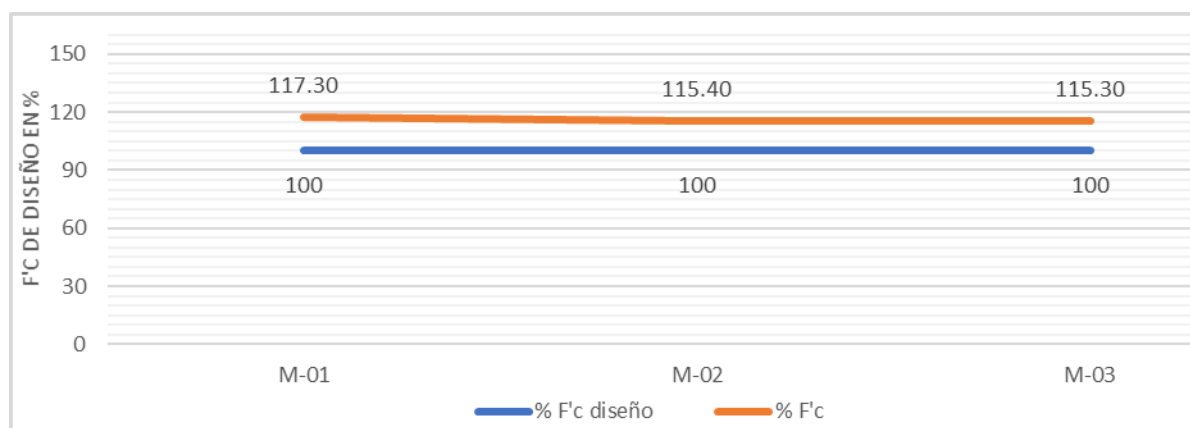
Tabla 18

10% en reemplazo al agregado fino a los 7 días

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	11/06/24	78.5	210	100	19354.90	246.4	117.30
M-02	04/06/24	11/06/24	78.5	210	100	19026.60	242.3	115.40
M-03	04/06/24	11/06/24	78.5	210	100	19009.20	242.0	115.30

Figura 10

10% en reemplazo al agregado fino a los 7 días



Interpretación

La tabla 18, muestra como a los 7 días de edad, las muestras de concreto con un 10% de reemplazo de vidrio sodocálcico molido en el agregado fino muestran una resistencia a la compresión que supera en promedio el 115% de la resistencia de diseño (210 kg/cm²). Específicamente, los valores de resistencia obtenidos para las tres muestras fueron de 246.4 kg/cm², 242.3 kg/cm², y 242.0 kg/cm², lo que representa un 117.3%, 115.4%, y 115.3% respectivamente del F'c de diseño. Estos resultados indican que, con la adición del vidrio molido, el concreto alcanza una resistencia temprana significativa, superando considerablemente la resistencia de diseño esperada a esta edad. Esto sugiere que la inclusión del vidrio molido en este porcentaje puede contribuir positivamente al desarrollo temprano de la resistencia en el concreto.

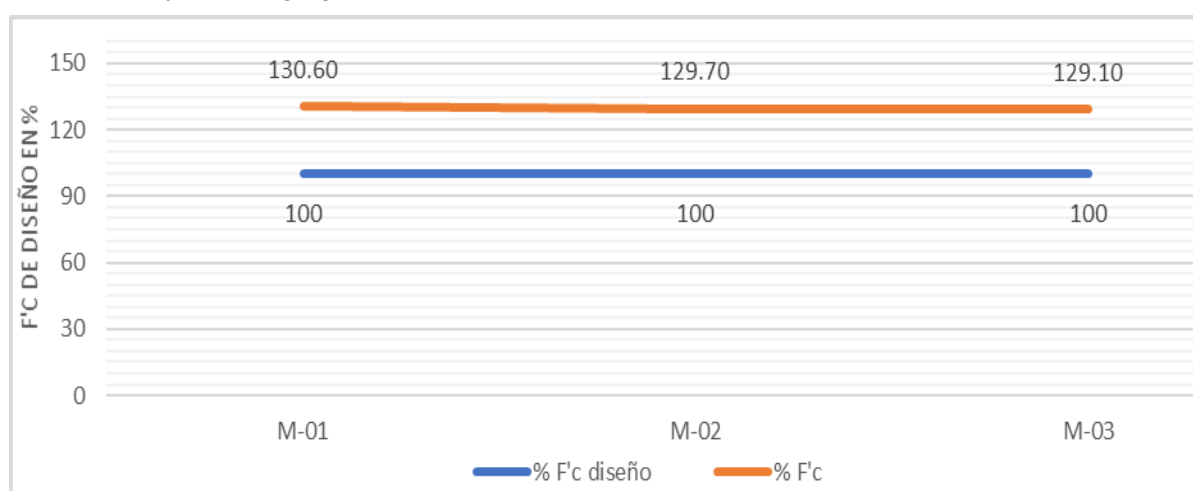
Tabla 19

10% en reemplazo al agregado fino a los 14 días

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	21542.20	274.3	130.60
M-02	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	21397.40	272.4	129.70
M-03	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	21297.50	271.2	129.10

Figura 11

10% en reemplazo al agregado fino a los 14 días



Interpretación

En la tabla 19, se tiene los resultados a los 14 días de edad, las muestras de concreto con un 10% de reemplazo de vidrio sodocálcico molido en el agregado fino muestran una notable mejora en la resistencia a la compresión, superando el 129% del F'c de diseño (210 kg/cm²). Los valores obtenidos fueron 274.3 kg/cm², 272.4 kg/cm², y 271.2 kg/cm², correspondientes al 130.6%, 129.7%, y 129.1% del F'c de diseño, respectivamente. Estos resultados sugieren que la incorporación del vidrio molido sigue beneficiando el desarrollo de la resistencia a mediano plazo, permitiendo al concreto alcanzar niveles superiores a los esperados para su edad.

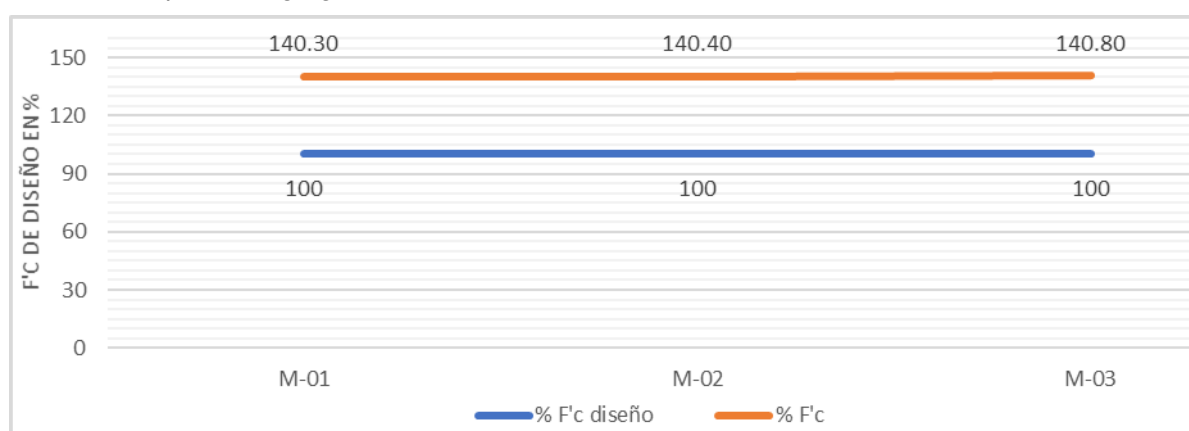
Tabla 20

10% en reemplazo al agregado fino a los 28 días

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	02/07/24	78.5	210	100	23136.0	294.6	140.30
M-02	04/06/24	02/07/24	78.5	210	100	23162.5	294.9	140.40
M-03	04/06/24	02/07/24	78.5	210	100	23225.7	295.7	140.80

Figura 12

10% en reemplazo al agregado fino a los 28 días



Interpretación

En la tabla 20, indica que los resultados a los 28 días, con las muestras de concreto con un reemplazo del 10% del agregado fino por vidrio sodocálcico molido, teniendo en cuenta que el vidrio sodocálcico molido añadido para todas las muestras tienen un módulo de fineza de 3.71 y un tamaño de partícula máximo retenido de 2.36 mm, demostraron una resistencia a la compresión significativamente superior al diseño original de 210 kg/cm². Las resistencias alcanzadas fueron 294.6 kg/cm², 294.9 kg/cm², y 295.7 kg/cm², correspondientes al 140.3%, 140.4%, y 140.8% del F'c de diseño. Este resultado sugiere que la incorporación de vidrio molido de tamaño fino afectó positivamente la resistencia, e incluso mejoró la cohesión de la mezcla, contribuyendo a una mayor resistencia final.

4.1.2.2. 15% DE VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO EN REEMPLAZO AL AGREGADO FINO

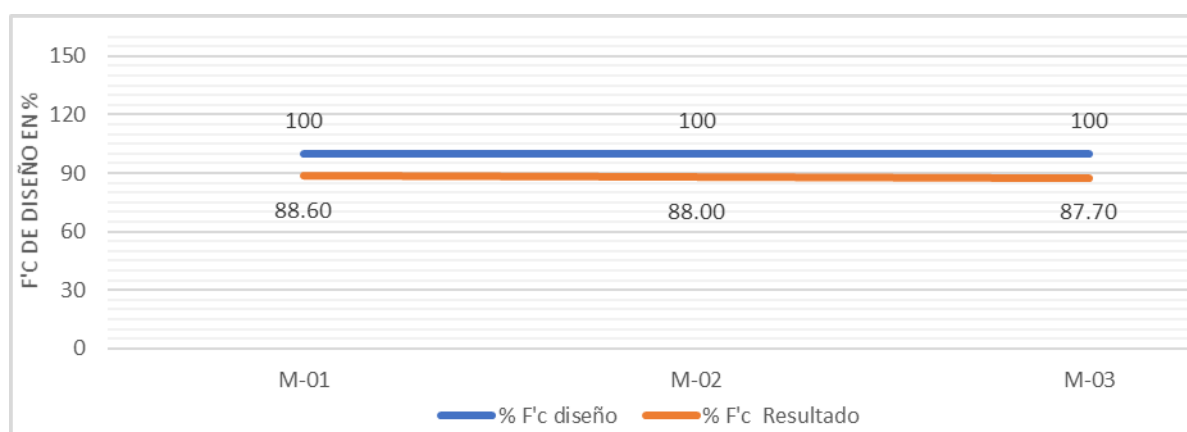
Tabla 21

15% en reemplazo al agregado fino a los 3 días.

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	14607.20	186.0	88.60
M-02	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	14514.40	184.8	88.00
M-03	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	14463.40	184.2	87.70

Figura 13

15% en reemplazo al agregado fino a los 3 días



Interpretación

La tabla 21, muestra los resultados a los 3 días, con las muestras de concreto con un reemplazo del 15% del agregado fino por vidrio sodocálcico molido, los ensayos al esfuerzo a la compresión demostraron que las resistencias obtenidas fueron de 186.0 kg/cm², 184.8 kg/cm² y 184.2 kg/cm², equivalentes entre el 87.7% al 88.60% de la resistencia de diseño de 210 kg/cm². Estos resultados indican que el concreto con vidrio molido alcanza una resistencia ligeramente mayor a comparación del concreto patrón y al concreto con reemplazo del 10% del agregado fino por vidrio sodocálcico molido, lo que indica que a este corto plazo del concreto una adición al 15% en reemplazo del agrado fino afecta positivamente a la resistencia del concreto.

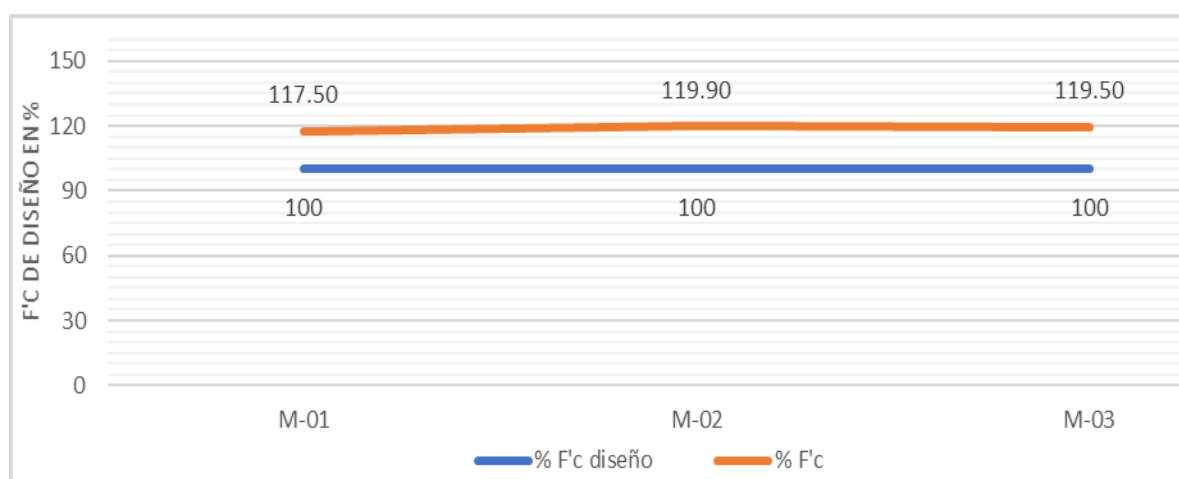
Tabla 22

15% en reemplazo al agregado fino a los 7 días.

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	11/06/2024	78.5	210	100	19377.40	246.7	117.50
M-02	04/06/24	11/06/2024	78.5	210	100	19779.10	251.8	119.90
M-03	04/06/24	11/06/2024	78.5	210	100	19704.70	250.9	119.50

Figura 14

15% en reemplazo al agregado fino a los 7 días



Interpretación

La tabla 22, indica los resultados a los 7 días de edad, las muestras o probetas ensayadas fueron con un reemplazo del 15% del agregado fino por vidrio sodocálcico molido, los resultados arrojaron que las resistencias obtenidas para estas tres muestras fueron de 246.7 kg/cm², 251.8 kg/cm², y 250.9 kg/cm², lo que representa del 117.5% al 119.9% del F'c de diseño. Los resultados arrojados para este grupo de muestras indican que la adición en este porcentaje de vidrio molido viene siendo beneficioso para la resistencia del concreto ya que gana mayores resistencias que las muestras con concreto patrón y que incluso también a las muestras con reemplazo del 10% a la misma edad.

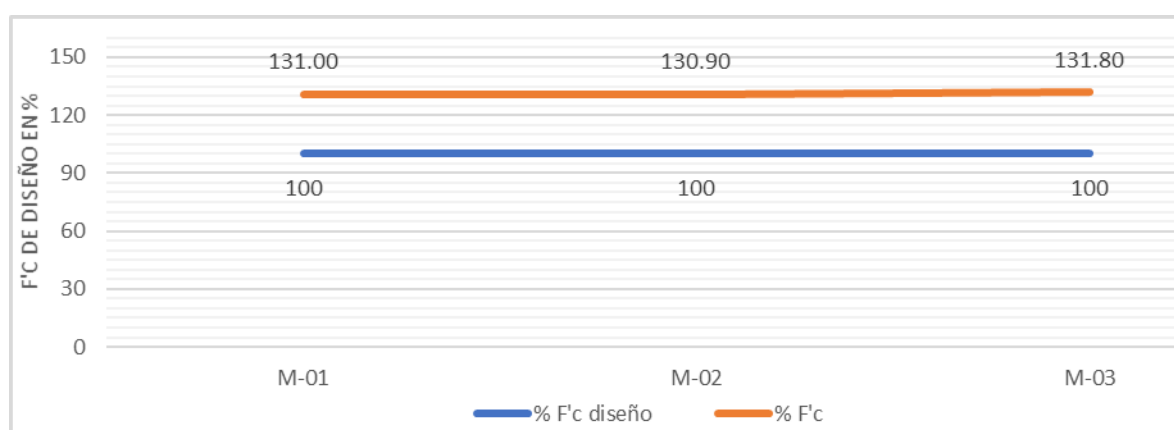
Tabla 23

15% en reemplazo al agregado fino a los 14 días.

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	21599.30	275.0	131.00
M-02	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	21594.20	274.9	130.90
M-03	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	21745.10	276.9	131.80

Figura 15

15% en reemplazo al agregado fino a los 14 días



Interpretación

En la tabla 23, los resultados a los 14 días de edad muestran que las muestras de concreto con un 15% de reemplazo de vidrio sodocálcico molido en el agregado fino han evidenciado una notable mejora en la resistencia a la compresión, superando el 131% del F'c de diseño, que es de 210 kg/cm². Los valores registrados fueron 275.0 kg/cm², 274.9 kg/cm², y 276.9 kg/cm², correspondientes al 131.0%, 130.9%, y 131.8% del F'c de diseño, respectivamente. Estos datos sugieren que la inclusión del vidrio molido continúa beneficiando el desarrollo de la resistencia a mediano plazo, permitiendo que el concreto alcance niveles superiores a los esperados para esta etapa, con un rendimiento superior al del concreto patrón y al del concreto con 10% de vidrio molido a la misma edad.

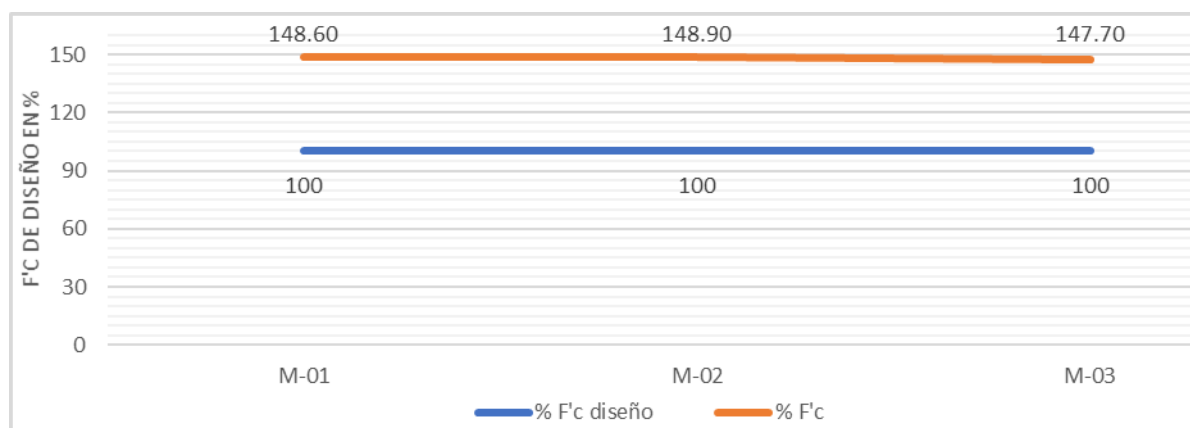
Tabla 24

15% en reemplazo al agregado fino a los 28 días

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	02/07/2024	78.5	210	100	24502.4	312.0	148.60
M-02	04/06/24	02/07/2024	78.5	210	100	24566.6	312.8	148.90
M-03	04/06/24	02/07/2024	78.5	210	100	24366.8	310.2	147.70

Figura 16

15% en reemplazo al agregado fino a los 28 días



Interpretación

En la tabla 24, indica que los resultados a los 28 días, con las muestras de concreto con un reemplazo del 15% del agregado fino por vidrio sodocálcico molido, teniendo en cuenta que el vidrio sodocálcico molido añadido para todas las muestras tienen un módulo de fineza de 3.71 y un tamaño de partícula máximo retenido de 2.36 mm, demostraron una resistencia a la compresión significativamente superior al diseño original de 210 kg/cm². Las resistencias alcanzadas fueron de 312.0 kg/cm², 312.8 kg/cm², y 310.2 kg/cm², correspondientes al 148.6%, 148.9%, y 147.7% del F'c de diseño, respectivamente. Este resultado sugiere que la incorporación de vidrio molido de tamaño mencionado afectó positivamente la resistencia, e incluso mejoró la cohesión de la mezcla, contribuyendo a una mayor resistencia final a los 28 días.

4.1.2.3. 20% DE VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO EN REEMPLAZO AL AGREGADO FINO

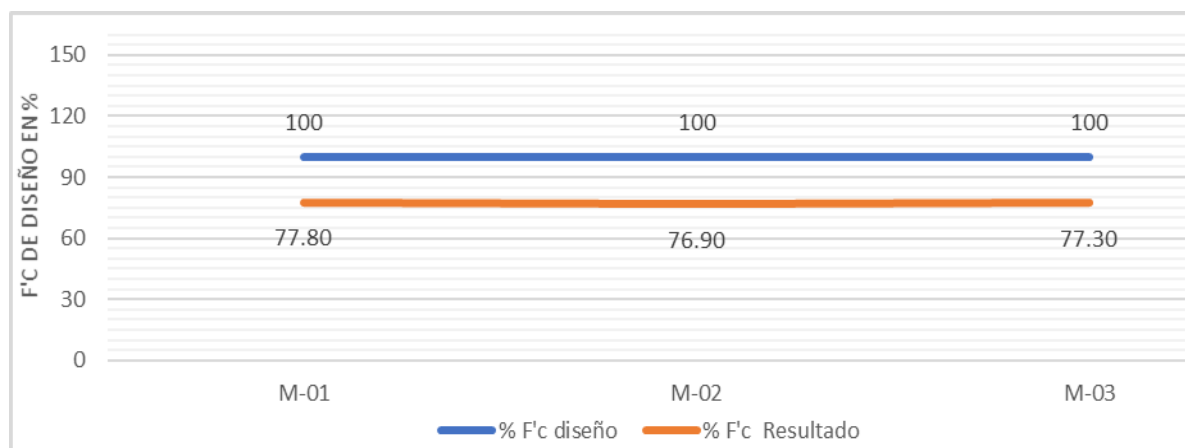
Tabla 25

20% en reemplazo al agregado fino a los 3 días

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	12832.90	163.4	77.80
M-02	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	12676.90	161.4	76.90
M-03	04/06/24	07/06/24	78.5	210	100	12749.30	162.3	77.30

Figura 17

20% en reemplazo al agregado fino a los 3 días



Interpretación

La tabla 25, indica que las muestras con un 20% de reemplazo del agregado fino por vidrio sodocálcico molido (M-01, M-02 y M-03) a los 3 días muestra que las resistencias a la compresión obtenidas fueron 163.4 kg/cm², 161.4 kg/cm² y 162.3 kg/cm², correspondientes al 77.80%, 76.90%, y 77.30% del F'c de diseño, respectivamente. Estos resultados indican que el concreto con reemplazo del 20% del agregado fino por vidrio sodocálcico molido tienen una menor resistencia a los tipos de mezcla descritos anteriormente (patrón, 10% y 15%), por lo que en esta proporción no afecta positivamente al concreto a la edad de los 3 días.

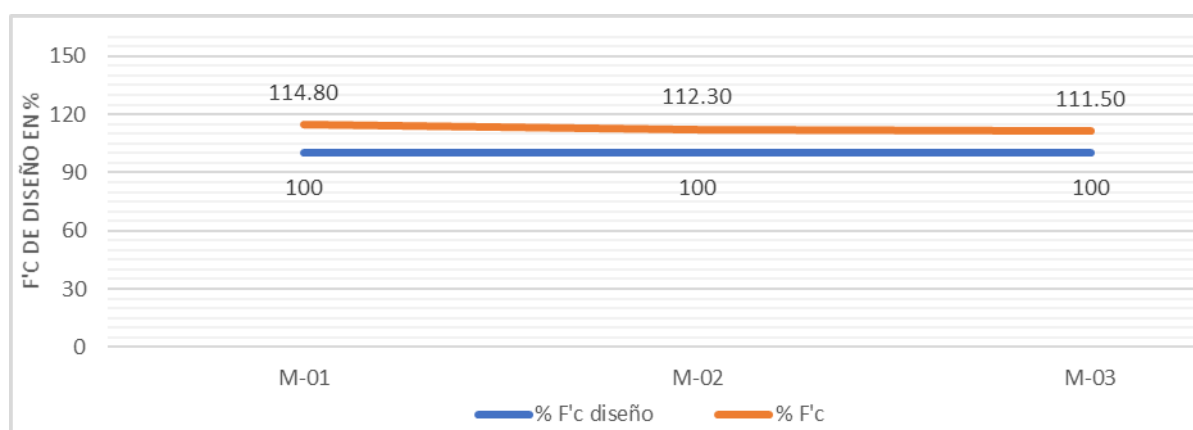
Tabla 26

20% en reemplazo al agregado fino a los 7 días

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	11/06/24	78.5	210	100	18939.90	241.2	114.80
M-02	04/06/24	11/06/24	78.5	210	100	18524.90	235.9	112.30
M-03	04/06/24	11/06/24	78.5	210	100	18395.40	234.2	111.50

Figura 18

20% en reemplazo al agregado fino a los 7 días



Interpretación

La tabla 26, muestra como a los 7 días de edad, las muestras de concreto con un 20% de reemplazo de vidrio sodocálcico molido en el agregado fino muestran una resistencia a la compresión que supera en promedio el 112% de la resistencia de diseño (210 kg/cm²). Específicamente, los valores de resistencia obtenidos para las tres muestras fueron de 241.2 kg/cm², 235.9 kg/cm², y 234.2 kg/cm², lo que representa un 114.8%, 112.3%, y 111.5% respectivamente del F'c de diseño. Estos resultados indican que, incluso con la adición del vidrio molido al 20% en reemplazo del AF, el concreto alcanza una resistencia temprana significativa, superando considerablemente la resistencia de diseño requerida esperada a esta edad. Esto sugiere que la inclusión del vidrio molido en este porcentaje puede contribuir positivamente al desarrollo temprano de la resistencia en el concreto, superando a ligeramente a la del concreto patrón.

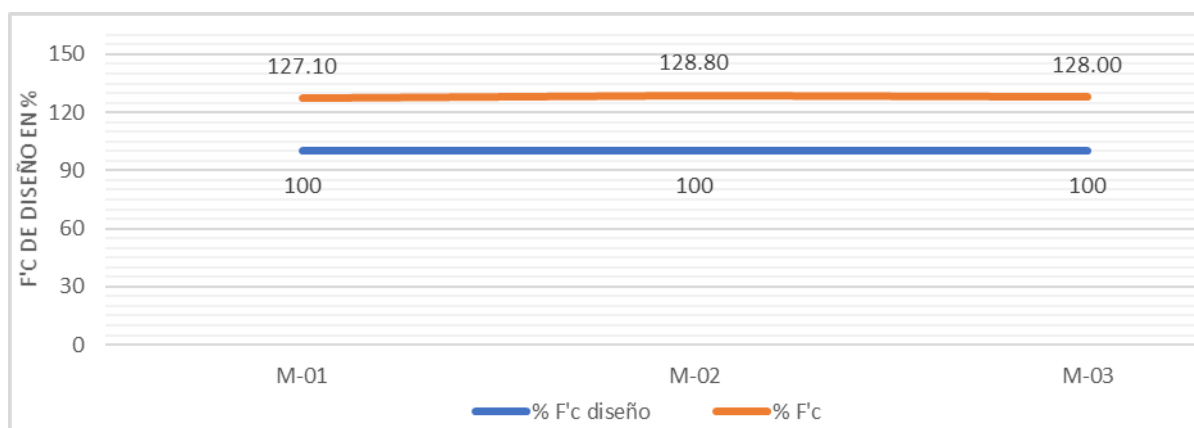
Tabla 27

20% en reemplazo al agregado fino a los 14 días

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	20966.10	266.9	127.10
M-02	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	21240.40	270.4	128.80
M-03	04/06/24	18/06/24	78.5	210	100	21111.90	268.8	128.00

Figura 19

20% en reemplazo al agregado fino a los 14 días



Interpretación

En la tabla 27, se tiene los resultados a los 14 días de edad, las muestras de concreto con un 20% de reemplazo de vidrio sodocálcico molido en el agregado fino muestran una notable mejora en la resistencia a la compresión, superando el 127% del F'c de diseño (210 kg/cm²). Los valores obtenidos fueron 266.9 kg/cm², 270.4 kg/cm², y 268.8 kg/cm², correspondientes al 127.1%, 128.8%, y 128.0% del F'c de diseño, respectivamente. Estos resultados sugieren que la incorporación del vidrio molido en esta proporción aún sigue beneficiando el desarrollo de la resistencia a mediano plazo, permitiendo al concreto alcanzar niveles ligeramente superiores a la del concreto patrón, pero niveles de resistencias inferiores a comparación de los concretos con 10% y 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del AF.

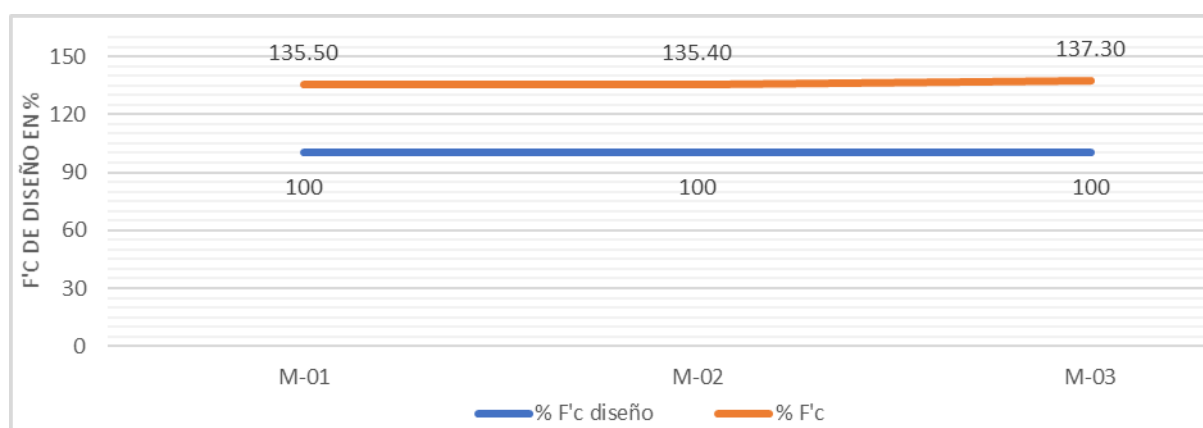
Tabla 28

20% en reemplazo al agregado fino a los 28 días

TIPO DE MUESTRA	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura	Área (cm ²)	F'c de diseño (Kg/cm ²)	% F'c diseño	Fuerza máxima aplicada (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	% F'c Resultado
M-01	04/06/24	02/07/24	78.5	210	100	22347.7	284.5	135.50
M-02	04/06/24	02/07/24	78.5	210	100	22326.3	284.3	135.40
M-03	04/06/24	02/07/24	78.5	210	100	22642.4	288.3	137.30

Figura 20

20% en reemplazo al agregado fino a los 28 días



Interpretación

En la tabla 28, indica que los resultados de este grupo de ensayos que corresponden a los 28 días de edad con un reemplazo del 20% del agregado fino, teniendo en cuenta que el vidrio sodocálcico molido añadido para todas las muestras tienen un módulo de fineza de 3.71 y un tamaño de partícula máximo retenido de 2.36 mm, demostraron una resistencia a la compresión superior a la del diseño original, pero menor a los demás tipos de muestras de concreto con adiciones del vidrio molido en menor proporción (10% y 15%). Las resistencias alcanzadas fueron de 284.5 kg/cm², 284.3 kg/cm² y 288.3 kg/cm², correspondientes al 135.50%, 135.40%, y 137.30% del F'c de diseño, respectivamente. Este resultado nos da a conocer que en esta proporción aun mejora ligeramente la resistencia de diseño, pero ya no tanto como al 15% que alcanzó su punto más alto en la mejora de la resistencia de diseño.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

HG: Existe una mejora significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

Tabla 29

Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad								
	Tipo de mezcla de concreto		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Patrón:	Concreto convencional sin adición de vidrio sodocálcico molido (mezcla de control)	.285	12	.008	.765	12	.004
	VSM10:	Concreto con 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino	.234	12	.069	.794	12	.008
	VSM15:	Concreto con 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino	.254	12	.031	.821	12	.016
	VSM20:	Concreto con 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino	.217	12	.122	.816	12	.014

Nota. Resultados de prueba de hipótesis obtenidos de SPSS, con $1-\alpha = 95\%$ y $\alpha = 5\%$.

Interpretación:

Los resultados de la prueba de normalidad muestran que, en las mezclas con 10%, 15% y 20% de vidrio sodocálcico molido, la prueba de Kolmogorov-Smirnov presenta valores de significancia mayores a 0.05 en algunos casos, lo que sugiere que los datos podrían ajustarse a una distribución normal. En particular, la mezcla con 20% de vidrio sodocálcico molido obtuvo un valor de 0.122 en Kolmogorov-Smirnov, lo que indica una mayor tendencia a la normalidad. Aunque la prueba de Shapiro-Wilk es más estricta y muestra valores menores a 0.05, la tendencia general sugiere que los datos pueden

aproximarse a una distribución normal, lo que permite considerar el uso de pruebas paramétricas con precaución.

HE₁: Mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con la integración del 10% de vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

Tabla 30

Prueba t-Student para comparación de la resistencia a la compresión entre concreto con 10% de VSM y concreto patrón

		Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		Concreto con 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino		
		F	Sig.	t	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Patrón: Concreto convencional sin adición de vidrio sodocálcico molido (mezcla de control)	0.234	0.069	0.794	12	0.008
	VSM10: Concreto con 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino			0.794	12	0.008

Nota. Resultados de prueba de hipótesis obtenidos de SPSS.

Interpretación:

La prueba t-Student indica que la integración del 10% de vidrio sodocálcico molido en el concreto mejora significativamente su resistencia a la compresión en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco. La prueba ($p=0.008$) nos muestra que el valor de significancia de la prueba es menor que 0.05, lo que permite rechazar la hipótesis nula y confirmar que la adición del 10% de vidrio sodocálcico molido genera un incremento significativo en la resistencia del concreto. Esto indica que sí hay una significativa y, por lo tanto, sí hay mejora significativa en la resistencia del concreto con vidrio sodocálcico molido.

HE₂: Mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del 15% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

Tabla 31

Prueba t-Student para comparación de la resistencia a la compresión entre concreto con 15% de VSM y concreto patrón

		Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		Concreto con 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino		
		F	Sig.	t	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Patrón: Concreto convencional sin adición de vidrio sodocálcico molido (mezcla de control)	0.254	0.031	0.821	12	0.016
	VSM15: Concreto con 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino			0.821	12	0.016

Nota. Resultados de prueba de hipótesis obtenidos de SPSS.

Interpretación:

La prueba t-Student indica que la integración del 15% de vidrio sodocálcico molido en el concreto mejora significativamente su resistencia a la compresión en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco. La prueba ($p=0.016$) nos muestra que el valor de significancia de la prueba es menor que 0.05, lo que permite rechazar la hipótesis nula y confirmar que la adición del 15% de vidrio sodocálcico molido genera un incremento significativo en la resistencia del concreto. Esto indica que sí hay una significativa y, por lo tanto, sí hay mejora significativa en la resistencia del concreto con vidrio sodocálcico molido.

HE₃: Mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del 20% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

Tabla 32

Prueba t-Student para comparación de la resistencia a la compresión entre concreto con 20% de VSM y concreto patrón

		Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		Concreto con 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino		
		F	Sig.	t	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Patrón: Concreto convencional sin adición de vidrio sodocálcico molido (mezcla de control)	0.217	0.122	0.816	48	0.014
	VSM20: Concreto con 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino			0.816	48	0.014

Nota. Resultados de prueba de hipótesis obtenidos de SPSS.

Interpretación:

La prueba t-Student indica que la integración del 20% de vidrio sodocálcico molido en el concreto mejora significativamente su resistencia a la compresión en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco. La prueba ($p=0.014$) nos muestra que el valor de significancia de la prueba es menor que 0.05, lo que permite rechazar la hipótesis nula y confirmar que la adición del 20% de vidrio sodocálcico molido genera un incremento significativo en la resistencia del concreto. Esto indica que sí hay una significativa y, por lo tanto, sí hay mejora significativa en la resistencia del concreto con vidrio sodocálcico molido.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADO

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados del trabajo de investigación muestran similitud y diferencia en la contratación de conclusiones con los siguientes autores:

Con respecto al objetivo General: Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

Según los resultados obtenidos, se ha verificado de manera concluyente que la integración del vidrio sodocálcico molido en el concreto, específicamente en un diseño de mezcla con una resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, resulta en una mejora significativa en su resistencia bajo las condiciones climáticas gélidas del distrito de Chaupimarca. Los cálculos y ensayos realizados muestran que, independientemente de la proporción de vidrio utilizada (10%, 15% y 20% en reemplazo del agregado fino), se observó un incremento sustancial en la resistencia a los 28 días de curado del concreto, alcanzando un promedio de 297.5 kg/cm^2 . Esto representa un aumento del 41.7% respecto a la resistencia de diseño (210 kg/cm^2) y un 16.7% superior a la resistencia proyectada, considerando un factor de seguridad del 25% (265 kg/cm^2), sin embargo, al analizar los modos de falla, se observó que las fallas tipo 3, caracterizadas por fracturas frágiles sin formación de conos, predominaron en la mayoría de las probetas. Esto sugiere que, aunque la resistencia mejoró con la inclusión del vidrio sodocálcico molido, la distribución de tensiones dentro del concreto no fue completamente homogénea, lo que podría afectar la durabilidad del material. Las fallas tipo 2, observadas en menor frecuencia, indican posibles variaciones internas en la mezcla que podrían estar relacionadas con la inclusión del VSM y las propiedades del agregado de la cantera Sacra Familia. En conjunto, los resultados confirman que la hipótesis general es verdadera, demostrando la eficacia de la adición de vidrio sodocálcico molido contribuye a mejorar las propiedades del concreto en climas fríos, a pesar de que los

modos de falla señalan algunas debilidades estructurales que deben ser consideradas para aplicaciones futuras.

Hernández y Rojas (2021), en su tesis titulada Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino, desarrolló un estudio similar al que se realizó en la presente investigación, en el que concluye que la incorporación El uso de vidrio molido reciclado en diferentes cantidades (4%, 5% y 6% del peso total) tiene un impacto favorable en la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados de las pruebas experimentales revelaron que el concreto con un 6% de vidrio molido experimentó un incremento promedio del 10% en su resistencia a la compresión al incorporar un 15% de vidrio molido, lo que indica una clara mejora en las propiedades del concreto. Sin embargo, a diferencia del presente estudio. Rodríguez y Ruiz (2016), se notó una mejora notable en las características mecánicas del concreto, lo que refuerza la factibilidad de incorporar vidrio sodocálcico como un aditivo en las mezclas de concreto, lo que influye en su durabilidad y aplicaciones.

Con respecto al objetivo Específico 1: Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del 10% de vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

Según los datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión efectuados en el laboratorio, se determinó que la adición del 10% de vidrio sodocálcico molido al concreto mejora significativamente su resistencia a la compresión, alcanzando un valor de 295.07 kg/cm^2 a los 28 días de curado. Esto representa un incremento del 40.5% en comparación con la resistencia de diseño del concreto (210 kg/cm^2) y un 15.5% superior a la resistencia proyectada considerando un factor de seguridad del 25% (265 kg/cm^2). Estos resultados indica que la incorporación del vidrio molido no solo fortalece la estructura del concreto bajo condiciones de clima gélido, sino que también ofrece beneficios sostenibles al utilizar materiales reciclados, sin afectar negativamente otras propiedades mecánicas del concreto, lo que permite un buen desempeño general en condiciones adversas, no obstante, al analizar los tipos de fallas observadas, se evidencia que en el grupo con 10% de VSM predominan las fallas tipo 3, caracterizadas por fracturas frágiles sin formación

de conos, lo que indica que, pese a la mejora en resistencia, el concreto sigue presentando puntos de debilidad interna. Las fallas tipo 2, que comenzaron a observarse a partir de los 7 días, sugieren que con esta proporción de vidrio se empieza a generar una mejor distribución de las tensiones, permitiendo la formación de conos en un extremo y evidenciando una mejora en la homogeneidad de la mezcla. Sin embargo, la prevalencia de fallas tipo 3 muestra que aún existen áreas de fragilidad dentro de la estructura del concreto que deben ser abordadas para optimizar su rendimiento a largo plazo.

Palacios (2019), en su tesis titulada Determinación del comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido, utilizando vidrio molido como sustituto parcial del agregado fino, desarrolló un estudio similar al que se realizó en la presente investigación, en el que concluye la mejora en la resistencia a la compresión del concreto al añadir vidrio reciclado en diferentes porcentajes. En su estudio, al incorporar un 10% de vidrio, la resistencia a la compresión aumentó en promedio un 11%, alcanzando valores similares a los obtenidos en la presente investigación. Sin embargo, a diferencia del presente estudio. Jiménez (2017), observó una mejora significativa en la adición de vidrio sodocálcico molido no solo aumentó la resistencia del concreto, sino que también contribuyó a mejorar otras propiedades mecánicas, sustituyendo alrededor del 10% de su peso o volumen en agregado fino, mejorando el concreto por medio la resistencia como también de la durabilidad.

Con respecto al objetivo específico 2:

Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del 15% de vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

Según los resultados obtenidos a través de los ensayos de compresión realizados en laboratorio, se determinó que la adición del 15% de vidrio sodocálcico molido al concreto mejora significativamente su resistencia a la compresión, alcanzando un valor de 311.7 kg/cm^2 a los 28 días de curado. Este incremento representa un 48.4% más respecto a la resistencia del concreto de diseño (210 kg/cm^2) y un 23.4% superior a la resistencia proyectada con factor de seguridad (265 kg/cm^2), lo que confirma que la inclusión del vidrio molido optimiza la resistencia del concreto bajo

condiciones climáticas gélidas. Estos resultados demuestran el potencial del vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en entornos extremos como Chaupimarca, sin embargo, en cuanto a los tipos de falla observados, se nota un equilibrio entre las fallas tipo 2 y tipo 3 en las edades de 7 y 14 días, lo que indica que el 15% de VSM empieza a generar un impacto más notable en la estructura del concreto. Las fallas tipo 2, con conos formados en un extremo, sugieren una mejor distribución de las tensiones y una resistencia más uniforme, lo que refleja una mejora en la cohesión interna. No obstante, las fallas tipo 3, caracterizadas por fracturas frágiles sin formación de conos, siguen presentes, lo que señala que el concreto aún enfrenta dificultades para alcanzar una cohesión óptima con esta proporción de vidrio.

Paredes (2019), en su tesis titulada Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de vidrio reciclado molido, concluyó que la integración de un 15% de vidrio reciclado incrementa la resistencia a la compresión del concreto en un promedio del 16%, alcanzando valores un poco inferiores pero similares en el sentido que mejora la resistencia a la compresión. Del cual Solís y Arjona (2012), observó un incremento de la resistencia a los 28 días de curado en concreto modificado al incluir una proporción significativa de vidrio triturado, reemplazando el agregado fino. Esta adición no solo mejoró la resistencia del concreto, sino que también contribuyó a una mayor durabilidad, lo que resalta el potencial del vidrio se presenta como una opción efectiva para mejorar las propiedades en aplicaciones estructurales del concreto.

Con respecto al objetivo específico 3:

Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la integración del 20% de vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

De acuerdo con los resultados de los ensayos de compresión realizados en el laboratorio, incorporar un 20% de vidrio sodocálcico molido en el concreto incrementa su resistencia a la compresión, logrando un valor de 285.7 kg/cm^2 después de 28 días de curado. Este incremento representa un 36.1% más en comparación con la resistencia de diseño inicial de 210 kg/cm^2 y un 11.1% superior a la resistencia mejorada proyectada de 265 kg/cm^2 . A

pesar de que este resultado es inferior al obtenido con menores proporciones de vidrio (10% y 15%), aún demuestra que la integración del vidrio molido mejora las propiedades mecánicas del concreto en climas fríos como los de Chaupimarca, por lo que en cuanto corresponde a los tipos de fallas observadas, con el 20% de VSM las fallas tipo 3 predominan en la mayoría de las muestras, mostrando un patrón similar al del grupo patrón. Esto sugiere que, al aumentar la proporción de vidrio, el concreto se vuelve más frágil, y las fracturas tipo 3, caracterizadas por grietas columnares sin formación de conos, revelan una incapacidad del concreto para distribuir las cargas de manera efectiva. A pesar de la mejora en la resistencia a la compresión, la estructura interna parece volverse más propensa a fallas abruptas con esta proporción de vidrio, lo que sugiere limitaciones en su capacidad de cohesión interna.

Torres (2020), en su tesis titulada Adición del vidrio molido reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - 2020, evaluó la influencia de diferentes porcentajes de vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto. En su estudio, al incorporar un 20% de vidrio, la resistencia a la compresión aumentó hasta 248 kg/cm^2 , es decir un 18% de su diseño original (210 kg/cm^2), resultados que, aunque no son similares porcentualmente, tienen coincidencia aproximada con los datos de esta presente investigación. Al igual que en este estudio, Cristomio (2018), observó una mejora en las propiedades del concreto al agregar vidrio triturado finamente en la mezcla, con la finalidad de mejorar tanto la resistencia estructural como la longevidad del concreto, lo que podría afectar la manejabilidad de la mezcla, lo que sugiere que es crucial encontrar un equilibrio adecuado entre las características trabajables del concreto para lograr un rendimiento óptimo en aplicaciones estructurales.

CONCLUSIONES

- **Con respecto al objetivo general,** La integración de vidrio sodocálcico molido en la mezcla de concreto $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ ha demostrado ser una estrategia favorable para mejorar la resistencia a la compresión en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca. Se alcanzó un aumento significativo en la resistencia, logrando un valor promedio de 297.5 kg/cm^2 a los 28 días, lo que representa una mejora notable respecto a la resistencia inicial de diseño requerida. Este resultado sugiere que la incorporación medida de vidrio triturado en la mezcla contribuye a aumentar la densidad del concreto, reduciendo la porosidad y mejorando su desempeño mecánico. No obstante, es esencial mantener la proporción adecuada de vidrio para evitar una reducción en la cohesión del material que podría comprometer la integridad del concreto.
- **Con respecto al objetivo específico 1,** La incorporación del 10% de vidrio sodocálcico molido en la mezcla de concreto $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ fue favorable, logrando una resistencia promedio de 295.07 kg/cm^2 a los 28 días. Esta proporción mostró un equilibrio adecuado entre la cantidad de vidrio y la integridad estructural del concreto. El vidrio molido, en esta cantidad, contribuye a mejorar la compacidad de la mezcla, optimizando la distribución de las partículas y reduciendo la formación de vacíos. Esto da como resultado un concreto con mayor resistencia y durabilidad, aunque este porcentaje no alcanza a maximizar completamente el potencial del vidrio para aumentar aún más la resistencia.
- **Con respecto al objetivo específico 2,** La adición del 15% de vidrio sodocálcico molido fue la más favorable entre las proporciones evaluadas, logrando una resistencia promedio de 311.7 kg/cm^2 a los 28 días. Este resultado sugiere que el 15% es la óptima proporción para incrementar la resistencia a la compresión, ya que maximiza los beneficios del vidrio en la mezcla. A este nivel, el concreto logra una densidad significativamente mayor, lo que reduce la porosidad y mejora la transferencia de cargas dentro de la matriz del material. Como ingeniero civil, puedo concluir que esta proporción optimiza el

rendimiento del concreto, haciéndolo más adecuado para aplicaciones donde se requieren altas resistencias mecánicas.

- **Con respecto al objetivo específico 3**, la integración del 20% de vidrio sodocálcico molido, aunque logró una mejora en la resistencia a la compresión con un promedio de 285.7 kg/cm² a los 28 días, fue menos favorable en comparación con las proporciones menores. A este nivel, la mezcla parece estar saturada de vidrio, lo que afecta la cohesión interna y la correcta hidratación del cemento. Esto conduce a una menor eficiencia en la distribución de cargas y, por ende, a una resistencia inferior a la esperada. Como ingeniero civil, puedo concluir que superar el 15% de vidrio en la mezcla puede ser contraproducente, disminuyendo los beneficios que se podrían obtener con proporciones más bajas y comprometiendo la durabilidad y la integridad estructural del concreto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener una proporción del 15% de vidrio sodocálcico molido en la mezcla de concreto, puesto que ha demostrado ser eficaz para incrementar la resistencia a la compresión en climas gélidos como los del distrito de Chaupimarca. Esta proporción permite obtener un concreto más denso y menos poroso, lo cual es crucial para su desempeño mecánico en condiciones climáticas extremas. Sin embargo, se debe evitar incrementar esta proporción, ya que podría comprometer la cohesión del concreto y, por ende, su durabilidad a largo plazo.
- Se aconseja utilizar un 10% de vidrio sodocálcico molido en aplicaciones en áreas donde se pretende aumentar la resistencia del concreto sin comprometer la integridad estructural. Esta proporción ha mostrado un buen equilibrio entre la compacidad y la resistencia del concreto, siendo particularmente beneficiosa en iniciativas que buscan reducir costos y aumentar la sostenibilidad mediante el uso de materiales reciclados.
- Es recomendable emplear un 15% de vidrio sodocálcico molido para maximizar la resistencia del concreto, ya que esta proporción ha demostrado ofrecer el mayor incremento en resistencia. Adicionalmente, se debe considerar la granulometría del vidrio, asegurando que las partículas sean lo suficientemente pequeñas (de 2.36 mm con un tamaño máximo) lo que asegura una distribución homogénea en la mezcla y mejorar la densidad del concreto. Esta proporción es ideal para estructuras que requieren alta resistencia y durabilidad.
- Se sugiere evitar el uso de un 20% de vidrio sodocálcico molido en la mezcla de concreto, ya que, aunque mejora la resistencia a la compresión, su efectividad es menor en comparación con proporciones más bajas. A este nivel, la mezcla podría volverse menos cohesiva y más porosa, lo que podría afectar negativamente la durabilidad del concreto, especialmente en entornos sujetos a ciclos de congelación y deshielo. Se recomienda seguir investigando sobre la mejor manera de incorporar altos porcentajes de vidrio en la mezcla, manteniendo la calidad del concreto sin alteraciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AccuWeather, I. (2023). Temperaturas, Precipitación, Humedad. *Revista AccuWeather, Inc.* <https://www.accuweather.com/es/pe/cerro-de-pasco/259565/september-weather/259565?year=2023>
- Aceros Arequipa, a. (2023). Propiedades del concreto fresco. *Construyendoseguro*. <https://www.construyendoseguro.com/cuales-son-las-y%20una%20varilla%20de%20metal>.
- Aranda, A. (2019). *Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175 kg/cm². Huánuco, Perú.* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2111/ARANDA%20MARRUJO%2c%20Alex%20Eli.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arieta, J., & Rengifo, C. (2019). *Hormigón Reforzado con Vidrio Molido y su Relación con la Resistencia a la Compresión para Controlar Grietas y Fisuras por Contracción Plástica.* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2723>
- Asish, S., & Chetanand, C. (2021). *Desarrollo de un Hormigón Sostenible a partir de Residuos de Vidrio y Caucho para aplicación en losas peatonales prefabricadas* (Vol. 7), Republica de Mauricio. https://www.researchgate.net/publication/351437989_Developing_a_Sustainable_Concrete_using_Waste_Glass_and_Rubber_for_Application_in_Precast_Pedestrian_Slabs
- Barrionuevo, J. (2018). Análisis granulométrico y módulo de fineza del agregado fino y grueso. *Revista Academia.edu*. https://www.academia.edu/36289001/an%C3%81lisis_granulom%C3%89trico_y_m%C3%93dulo_de_fineza_del_agregado_fino_y_grueso
- Barrios, G., & Gutierrez, A. (2021). *Definición de concreto.* Girardot, Cundinamarca, Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10085/Documento%20final%20de%20proyecto%20de%20grado.pdf?sequence=13&isAllowed=y>

- Becosan. (2021). Hormigón endurecido. *Concrete Floors*.
<https://www.becosan.com/es/hormigon-endurecido/#:~:text=Para%20un%20hormig%C3%B3n%20bien%20endurecido,1000%2D1300%20kg%2Fm3>.
- Bedoya, C. (2017). Incidencias del contenido de agua en la trabajabilidad, resistencia a la compresión. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 11, núm. 1. <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193955500001.pdf>
- Bernable, P. (2012). *Definicion de curado de concreto*, Perú.
<http://hdl.handle.net/20.500.14076/3410>
- Castillo, W., & Adolfo, J. (2019). *Propiedades mecánicas del concreto elaborado con adición de vidrio molido*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNSA.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8851/ICquchja%26carow.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, P. (1997). *Defnicion de consistencia normal*. Cinvestav Unidad Mérida.
<https://www.mda.cinvestav.mx/Investigaci%C3%B3n/DepartamentodeF%C3%ADsicaAplicada/PersonalAcad%C3%A9/PedroCastro.aspx>
- Catalán, C. (2013). *Definicion de Concreto fresco*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcic37e/doc/bmfcic357e.pdf>
- Corzo, W. (2019). *Propiedades físicas de los agregados*. Universidad Popular del Cesar.
https://www.academia.edu/39286076/PROPIEDADES_F%C3%8dsicas_de_los_agregados_physical_properties_of_aggregates
- Crespo, B. (2021). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de un concreto $F'_{C}= 210 \text{ kg/cm}^2$ convencional empleando el agregado fino de granodiorita extraído del cerro Pillco Mozo – Pillco Marca – Huánuco – 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.
<https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3340>
- Cristomio, D. (2018). *Definicion comportamiento de concreto premezclado*.
https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/5191/Tesis_Concreto_Mezcladora_Obras.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Cruz, A. (2017). *Concepto de mezclado de concreto*. Huánuco, Perú.
http://repositorio.udh.edu.pe//20cruz%20ordu%c3%91a__.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Díaz, O. (2012). *Definicion de contraccion plastica*. Guatemala.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3377_C.pdf
- Espinoza, C. (2019). precipitaciones pluviales en la resistencia del concreto. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/items/4d215b73-d589-4164-b875-758c4e63946d>
- Fernández, M. (1985). Concepto de armadura de refuerzo. *Revista Cooperacion de Desarrollo Tecnológico*.
<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1823>
- Galicia, A. (2016). *Concepto de agregado en el concreto*.
<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/348>
- Gillermo, G. (2013). Granulometria.
- Gonzales, A. (2012). Grupo Control – Concreto.
<https://www.binasss.sa.cr/bibliotecas/bhp/cupula/v6n12/art1.pdf>
- Gutierrez, C. (2020). *Influencia de juntas de construcción en la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/12692/60431/Gutierrez_CAA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernandez, D., & Pablo, J. (2021). *Vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica De Colombia]. Repositorio Institucional UCC.
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/266b70a0-2c84-4668-9b14-2649a7b3e6ee/content>
- Hernandez, D., & Rojas, J. (2021). *Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica De Colombia]. Repositorio Institucional UCC.
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/266b70a0-2c84-4668-9b14-2649a7b3e6ee/content>

- Hernandez, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Mexico DF: MC Graw Hill Education. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill Education. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Huanca, S. (2006). Definición de mezclas de pruebas de concreto. Puno, Peru: Universidad Nacional del Altiplano. <https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/09/Dise%C3%B1o-de-Mezclas-de-Concreto-Ing.-Samuel-Laura-Huanca.pdf>
- Huaricanha, N. (2018). *Definición de enfrocado*. Pasco, Yanacancha, Perú. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/359/1/T026_46450102_T.pdf
- J. Soriano, Garcia, & Martinez. (1992). *Conceptos generales de Adición de vidrio molido*. http://www2.ulpgc.es/dadicionvidriomolido.php?codigo_archivo=14464
- Jimenez, V. (2017). Viabilidad del uso de vidrio sodocálcico molido. *Vidrio*. <https://idus.us.es/handle/11441/65200>
- Longas, A. (2019). *Peso específico de la masa*. SCRIBD. <https://es.scribd.com/document/428166566/Que-es-el-peso-especifico-docx#>
- Mac Graw, H. (2019). Contenido de humedad total en agregados. *ConstruAprende*. <https://www.construaprende.com/docs/lab/336-practica-contenido-humedad-agregados>
- Madrid, L. (2020). humedad en agregados de concreto. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4492/IME_2002.pdf?sequence=1
- Ministerio del Ambiente (2017). *clasificación anticipada para proyectos de infraestructura de residuos sólidos municipales*. MINAM. <https://www.minam.gob.pe/seia/residuos-solidos/>

- Moreno, A. (2023). Tamiz de concreto. 360 en concreto. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/pasa-tamiz-200-y-desempeno-en-el-concreto-1/>
- Norma ASTM C494. (2011). Aditivo acelerante tipo C de la norma ASTM C494. Z-Aditivos. <https://www.zaditivos.com.pe/acelerantes/>
- Ortiz, L. J. (2007). Condiciones climáticas. *Pruebas de concreto: control de calidad* - *Arquitectura Civil*. <https://core.ac.uk/download/pdf/41757653.pdf>
- Padilla, F. (2018). Definición de Vibrador de concreto. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34028>
- Palacios, M. L. (2019). *Determinación del comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido, utilizando vidrio molido como sustituto parcial del agregado fino*. El Salvador. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20160/1/Determina%20como%20sustituto%20parcial%20del%20agregado%20fino.pdf>
- Paredes, A. (2019). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $F'c=210$ kg/cm² con adición de vidrio reciclado molido*. Tarapoto, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Marcos]. Repositorio Institucional UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3339/1/CIVIL%20-%20Alexis%20Paredes%20Bendez%20c3%ba.pdf>
- Pasquel, E. (2019). Temperatura Máxima. *Entendimiento del concreto*. <https://www.controlmixexpress.com/docs/fasciculo3.pdf>
- Poveda, R., Granja, M., Hidalgo, D., & Ávila, C. (2015). *Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A*. Revista Politécnica. https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/413/pdf
- Ramos, J. (2018). Definición de dosificación del concreto. Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25367>
- Reyes, B. (2014). Definición de compresión de concreto. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1360/digital_19885.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Reyes, Y., Quispe, A., & Cadillo, N. (2016). Peso seco Compactado. <https://es.slideshare.net/kedynamirezgil/laboratorio-de-concreto-n3los-pesos-unitarios-de-los-agregados-y-el-contenido-de-humedad>
- Riva, E. (2000). *Concepto de vidrio molido*. Lima, Perú: ACI Perú. https://www.academia.edu/43750881/Naturaleza_y_materiales_del_concreto_-_Enrique_Rivva_L%C3%B3pez
- Rodriguez, M., & Ruiz, M. (2016). Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. *FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES*. https://www.academia.edu/34329036/Vidrio_en_concreto
- Sánchez, D. G. (2001). *Concreto fresco- Tecnología del Concreto*. https://www.academia.edu/35759848/Tecnolog%C3%B3rica_Editors
- Sanjuan, M., & Chinchón, S. (2014). Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland. Universidad de. <https://core.ac.uk/download/pdf/32322379.pdf>
- Sanjuán, M., & Chinchón, S. (2019). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. Universidad de Alicante. <https://core.ac.uk/download/pdf/32322379.pdf>
- Santiago, M. (2021). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $F_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra de acero luego de exponer al fuego – Huánuco - 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7746/TIC00296S25.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Solís, R. G., & Arjona, E. (2012). *Concepto de Resistencia*. Universidad Alas Peruanas. https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/5191/Tesis_Concreto_Mezcladora_Obras.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Stodocu. (2023). Concepto de absorción. *Stodocu*. <https://www.stodocu.com/pe/document/universidadtecnologica-del-peru/cursos-varios/clase-8-lectura-propuesta/57333486>
- Tamayo, M. (2014). *Metodología de la investigación - Tipo de investigación*. 6ta Edición.

https://trabajodegradoucm.weebly.com/uploads/1/9/0/9/19098589/tipos_de_investigacion.pdf

Torres, J. (2011). Definición de tiempo de fraguado de concreto. Universidad del Valle. <https://es.scribd.com/document/58351692/Lab-Tiempo-de-Fraguado>

Torres, L. (2020). *Adición del vidrio molido reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural $F'_{C}= 210 \text{ kg/cm}^2$ - 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56047>

Trujillo, I. (2019). *Definición de resistencia de concreto*. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4521/TIC169T83.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Unknown (2014). Mezclas del concreto, cemento porlant. <http://cementohormigonportland.blogspot.com/2014/11/>

Weatherspark. (2024). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Cerro de Pasco Perú. *weatherspark*. <https://es.weatherspark.com/y/21357/Clima-promedio-en-Cerro-de-Pasco-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Tucto Ramos, J. (2025). *Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto $F'_{C}=210 \text{ KG/CM}^2$ mediante la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del Distrito de Chaupimarca – Pasco 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <https://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 2356-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 09 de octubre de 2023

Visto, el Oficio N° 1601-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Julio Cesar TUCTO RAMOS**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 298-2023-D-FI-UDH, de fecha 20 de febrero de 2023, perteneciente al Bach. **Julio Cesar TUCTO RAMOS** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. William Paolo Taboada Trujillo, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1601-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Julio Cesar TUCTO RAMOS**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), MG. Charly Fernando Rodríguez Ponce (Secretario) y Mg. Bladimir Jhon Abal García (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Julio Cesar TUCTO RAMOS** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Jhonny Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 298-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 20 de febrero de 2023

Visto, el Oficio N° 223-2023-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 394157-0000001343, del Bach. **Julio Cesar TUCTO RAMOS**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 394157-0000001343, presentado por el (la) Bach. **Julio Cesar TUCTO RAMOS**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. William Paolo Taboada Trujillo, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Julio Cesar TUCTO RAMOS**, al Mg. William Paolo Taboada Trujillo, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.
BLCR/EJMI/nto.

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GÉLIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO 2024

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema General - ¿Cómo mejora la resistencia a la compresión del concreto F'C=210 KG/CM2 con la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024?	Objetivo general - Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto F'C=210 KG/CM2 con la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.	Hipótesis general - Existe una mejora significativa en la resistencia a la compresión del concreto F'C=210 KG/CM2 con la integración del vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.	Variable independiente Vidrio sodocálcico molido	Tipo: Aplicado Enfoque: Cuantitativo Alcance: Explicativa Diseño: Cuasi experimental Población: La población estuvo compuesta por un total de (48 probetas) cilindros de prueba con dimensiones de (4" x 8").
Problema Específico - ¿Cómo mejora la resistencia a la compresión del concreto F'C=210 KG/CM2 con la integración del 10% de vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024?	Objetivos específicos - Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto F'C=210 KG/CM2 con la integración del 10% de vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos	Hipótesis Específico - Mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto F'C=210 KG/CM2 con la integración del 10% de vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos	Variable dependiente Resistencia a la compresión del concreto Variable interviniente Climas gélidos	Muestra: La muestra se tomaron los ensayos de 48 probetas a las edades 3 días, 7 días, 14 días y 28 días Técnica: ✓ Observación directa ✓ Pruebas de laboratorio

- ¿Cómo mejora la resistencia a la compresión del concreto $F'C=210$ KG/CM2 con la integración del 15% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024?
- ¿Cómo mejora la resistencia a la compresión del concreto $F'C=210$ KG/CM2 con la integración del 20% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024?

- del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.
- Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $F'C=210$ KG/CM2 con la integración del 15% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.
- Determinar la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $F'C=210$ KG/CM2 con la integración del 20% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

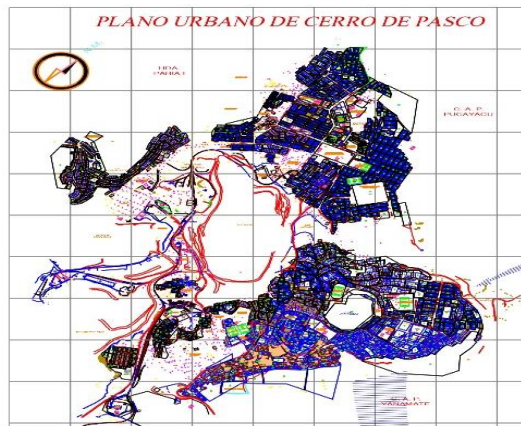
- del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.
- Mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto $F'C=210$ KG/CM2 con la integración del 15% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.
- Mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto $F'C=210$ KG/CM2 con la integración del 20% vidrio sodocálcico molido, en los climas gélidos del distrito de Chaupimarca – Pasco 2024.

Instrumento:

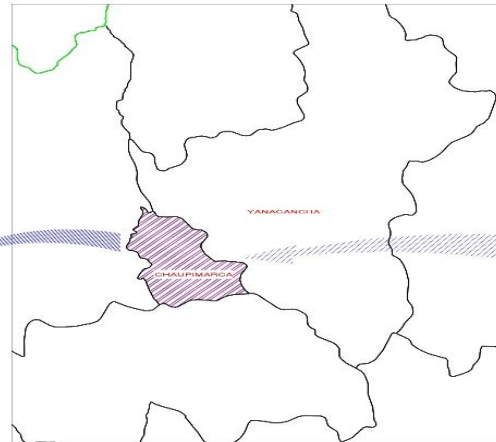
- ✓ Formatos
- ✓ Ficha Granulométrica

ANEXO 4

PLANO DE UBICACIÓN – LOCALIZACIÓN DE ELABORACIÓN DE ENSAYOS



Plano Urbano de Cerro de Pasco



Ubicación de la provincia de Pasco



Ubicación de la elaboración de las probetas



**MAPA POLITICO
DEL PERU**

Plano ubicación departamental

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PC=210 ASÍ COMO MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VORIO SOCIOECONÓMICO MOLINO EN LOS CLIMAS CALIENTES DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2024"		DEPARTAMENTO: PASCO	UNIDAD: UL-01
REGISTRO: BACH: JULIO CESAR TUCTO RAMOS		PROVINCIA: PASCO	ESPECIALIDAD: ELABORACIÓN DE PROJETOS
DISTRITO: CHAUPIMARCA		LOCALIDAD: AV. TUPAC AMARU	PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
FECHA: 10/05/2024		FECHA: JUNIO 2024	FACULTAD: INGENIERÍA CIVIL

ANEXO 5

CONSTANCIA DE TRABAJO DE LABORATORIO



+51 993 638 679 / 993 376 155
informes@tolgeotecniasac.com
www.tolgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

CERTIFICADO

Mediante el presente documento, la empresa TCL GEOTECNIA SAC, certifica que, el **Bach. JULIO CESAR TUETO RAMOS**, identificado con D.N.I. N° 77092750, pertenece a la facultad de Ingeniería de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco ha realizado los ensayos de laboratorio en nuestras instalaciones para los trabajos de concreto en la investigación titulada "**MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023**" en el Área de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto desde el 02 de junio al 02 de julio de 2024.

El tesista ha realizado los siguientes ensayos de laboratorio de concreto:

- Análisis Granulométrico
- Contenido de Humedad
- Módulo de Fineza
- Peso unitario
- Peso específico
- Diseño de Mezcla
- Asentamiento
- Compresión de probetas de concreto

Se extiende el presente documento a favor del interesado para los fines que estime conveniente.

San Martín de Porres, 20 de julio de 2024

TCL GEOTECNIA S.A.C.
Suelos-Concreto-Asfalto

Alejandro Elías Velasco Ríos
INGENIERO CIVIL
CIP N° 231259

ANEXO 6

FORMATOS DE LABORATORIO

	FORMATO DE LABORATORIO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADOS	Versión	3
		Fecha	14/09/2021
		Página	1 de 1

Proyecto / Cliente		Aprobado por:	
Código de Muestra		Ensayado por:	
Procedencia		Fecha de Ensayo:	
Expediente N°			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADOS
ASTM C136

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO:

Método de preparación: ☐ Húmeda ☐ Seco a Horna

Método de tamizado: ☐ Manual ☐ Mecánico

NÚMERO DE TARA

PESO DE TARA

PESO HÚMEDO + TARA

PESO SECO + TARA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
2"	50.00	
1 1/2"	37.50	
1"	24.50	
3/4"	19.05	
1/2"	12.50	
3/8"	9.53	
N° 04	4.76	
N° 08	2.38	
N° 16	1.18	
FONDO		

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

Tabla 1. Masas mínimas recomendadas para muestreo (ASTM - C136).

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO:

Método de preparación: ☐ Húmeda ☐ Seco a Horna

Método de tamizado: ☐ Manual ☐ Mecánico

NÚMERO DE TARA

PESO DE TARA

PESO HÚMEDO + TARA

PESO SECO + TARA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
1/2"	12.50	
3/8"	9.50	
N° 4	4.76	
N° 08	2.38	
N° 16	1.19	
N° 30	0.60	
N° 50	0.30	
N° 100	0.15	
FONDO		

La masa mínima recomendada para muestreo para granulometría de agregado fino es de 300 gramos.

Nota. Masas mínimas recomendadas para muestreo (ASTM - C136).



TCL GEOTECNIA S.A.C.
Suelos, concreto, asfalto
Alejandro Elias Velazco Rios
INGENIERO CIVIL
CIP N° 231250

	FORMATO DE LABORATORIO		Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
	PESO UNITARIO PARA AGREGADOS		Versión	3
			Fecha	29/11/2021
			Página	1 de 1
Proyecto / Cliente	:		Aprobado por :	
Código de Muestra	:		Ensayado por:	
Procedencia	:		Fecha de Ensayo:	
Expediente N°	:			
PESO UNITARIO PARA AGREGADOS ASTM C29				

A) CALIBRACIÓN DEL VOLUMEN DE RECIPIENTE:

		R1 (Pequeño)	R2 (Mediano)	R3 (Grande)
Masa de la placa de vidrio + recipiente	kg			
Masa placa de vidrio+recipiente + agua	kg			
Temperatura	°C			

*Según normativa la calibración de recipiente debe realizarse anualmente o cuando se sospeche registros sin sentido.

B) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado: ☐ Método A ☐ Método B
 Recipiente utilizado: ☐ R1 (Pequeño) ☐ R2 (Mediano) ☐ R3 (Grande)

		P-1	P-2	P-3
Masa recipiente	kg			
Masa recipiente + muestra	kg			

*El método A (Envarillado) será utilizado para agregados con TMN menor a 1 1/2", se apisonará con la varilla cada capa.

*El método B (Sacudido) será utilizado para agregados con TMN mayor a 1 1/2", se sacudirá el recipiente 25 veces para cada lado, por cada capa.

C) PESO UNITARIO SUELTO:

Recipiente utilizado: ☐ R1 (Pequeño) ☐ R2 (Mediano) ☐ R3 (Grande)

		P-1	P-2	P-3
Masa recipiente	kg			
Masa recipiente + muestra	kg			

*El método correspondiente al PUS, es el C y consiste en llenar el recipiente tirando la muestra a una altura de 5 cm desde el borde superior.

Tabla de Volúmenes:

	R1 (Pequeño)	R2 (Mediano)	R3 (Grande)
Volumen mínimo (m3)	0.00276	0.00704	0.01395
TMN	< 1/2"	3/4"	1", 1 1/2"
Tipo de Material	Agregado Fino	Agregado Grueso	Grueso



TCL GEOTECNIA S.A.C.
 Suelos, Concreto y Asfalto
 Alejandro Elías Velazco Ríos
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 331250

	FORMATO DE LABORATORIO		Código	FOR-PR-LAB-AG-003.01
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS		Versión	2
			Fecha	22/06/2021
			Página	1 de 1
Proyecto / Cliente :			Aprobado por :	
Código de Muestra :			Ensayado por :	
Procedencia :			Fecha de Ensayo :	
Expediente N° :				
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS ASTM C127				

Punto N°	P-1	P-2	P-3
----------	-----	-----	-----

1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr			
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr			
3	Peso de la Muestra Seca	gr			

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS ASTM C128

Punto N°	P-1	P-2	P-3
----------	-----	-----	-----

PESO ESPECÍFICO

1	N° de Fiola	-			
2	Peso de fiola	gr			
3	Peso de fiola + Muestra S.S.S	gr			
4	Peso de fiola + Muestra S.S.S + Agua	gr			
5	Peso de fiola + Agua	gr			
6	Peso de tara para secado	gr			
7	Peso de tara para secado + Muestra seca	gr			

ABSORCIÓN

8	Peso de tara	gr			
9	Peso de tara + Muestra S.S.S	gr			
10	Peso de tara + Muestra seca	gr			

INDICACIONES

Tamaño máximo Nominal (Pulgadas)	Masa mínima de muestreo (kg)
½ o menos	2
¾	3
1	4
1 ½	5
2	8
2 ½	12
3	18
3 ½	25
4	42
5	75

Tabla 1. Pesos mínimos para ensayo de Peso Específico en Agregado Grueso.

Para el caso de agregado fino, se necesita al menos 1 kg de muestra, los cuales serán destinados aproximadamente 500 gr para la prueba de peso específico y 500 gr para absorción.

Nota 1. Pesos mínimos para ensayo de Peso Específico en Agregado Fino.



TCL GEOTECNIA S.A.C.
Suelos, Concreto y Asfalto
Alejandro Elías Velazco Ríos
INGENIERO CIVIL
CIP N° 231250

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra:

Moldeado

Núcleo Perforado

Dosificación:

Resistencia de diseño: kgf/cm^2

Velocidad de carga: _____ kgf/cm2/seg

B) COMPRESIÓN DE PROBETAS:

[illegible]

C) ALCANCES DEL ENSAYO:

MODOS/TIPOS DE FALLA																																																																								
	Modo 1						Modo 2						Modo 3						Modo 4						Modo 5						Modo 6																																									
																																																																								

$$L/D = 1.8 - 2.2.$$

Velocidad de carga recomendada = 2.55 kgf/cm²/seg



TCL GEOTECNIA S.A.C.
Suelos Concreto Asfalto
Alejandro Elias Velazco Rios
INGENIERO CIVIL
CIP N° 231250

ANEXO 7

RESULTADOS DE LABORATORIO

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155

informes@tclgeotecniasac.com

www.tclgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

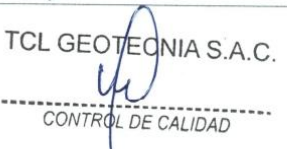
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CON-001
		Revisión	1
		Aprobado	TC-TCL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: BACH. JULIO CESAR TUOTO RAMOS
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM ² MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO 2023"
UBICACIÓN	: LIMA - PERU
	Fecha de ensayo: 03/06/2024

F_c 210 kg/cm²

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA SACRA FAMILIA - PASCO							
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO	2.61	2.94	1.16	1.71	1487	1771	
AGREGADO GRUESO	2.78	6.80	0.10	0.70	1339	1518	
A) VALORES DE DISEÑO							
1 ASENTAMIENTO							
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL							
3 RELACION AGUA CEMENTO							
4 AGUA							
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %							
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO							
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO	380.00						
Volumen absoluto del cemento							
Volumen absoluto del Agua							
Volumen absoluto del Aire							
Suma de valores (1)							
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS							
Volumen absoluto del Agregado fino							
Volumen absoluto del Agregado grueso							
Suma de valores (2)							
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO							
AGUA							
AGREGADO FINO							
AGREGADO GRUESO							
PESO DE MEZCLA							
D) CORRECCION POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO							
AGREGADO GRUESO HUMEDO							
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO							
AGREGADO GRUESO							
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA							
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO							
AGUA							
AGREGADO FINO							
AGREGADO GRUESO							
PESO DE MEZCLA							
G) CANTIDAD DE MATERIALES (22 lt.)							
CEMENTO							
AGUA							
AGREGADO FINO							
AGREGADO GRUESO							
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)							
C	1.0						
A.F	2.31						
A.G	2.14						
H2o	26.6						
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)							
C	1.0						
A.F	2.33						
A.G	2.40						
H2o	26.6						

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad TCL GEOTECNIA

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155

informes@tclgeotecniasac.com

www.tclgeotecniasac.com

Mz 12 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CON-001
		Revisión	1
		Aprobado	TC-TCL

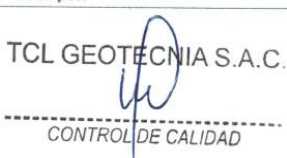
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: BACH. JULIO CESAR TUCTO RAMOS
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM ² MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO"
UBICACIÓN	: LIMA - PERU
Fecha de ensayo: 03/06/2024	

f'c 210 kg/cm²

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA SACRA FAMILIA - PASCO

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.61	2.94	1.16	1.71	1487	1771
AGREGADO GRUESO	2.76	6.80	0.10	0.70	1339	1516
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			4 - 6		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			1/2"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.60		
4	AGUA			228		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.29		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		380.00		Kg/m ³	8.9	Bls/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1218	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua				0.2280	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire				0.0250	m ³ /m ³	
Suma de valores (1)				0.3748	m ³ /m ³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3325	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.2927	m ³ /m ³	
Suma de valores (2)				0.6252	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES (1) y (2)				1.000	m ³ /m ³	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				380	Kg/m ³	
AGUA				228	Litros	
AGREGADO FINO				781	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				814	Kg/m ³	
Vidrio molido sodocálcico (10% del peso del Ag. Fino, Reemplazo)				86.8	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCION POR HUMEDAD				2290	Kg/m ³	
AGREGADO FINO HUMEDO				790.2	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				814.5	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.55	Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO				0.60	Lts/m ³	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					237.2	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				380	Kg/m ³	
AGUA				237	Lts/m ³	
AGREGADO FINO				790	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				814	Kg/m ³	
Vidrio molido sodocálcico (10% del peso del Ag. Fino, Reemplazo)				86.8	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (22 IL)				2309	Kg/m ³	
CEMENTO				8.36	Kg	
AGUA				5.22	Lts	
AGREGADO FINO				17.38	Kg	
AGREGADO GRUESO				17.92	Kg	
Vidrio molido sodocálcico (10% del peso del Ag. Fino, Reemplazo)				1909.4	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.31			A.F	2.33	
A.G	2.14			A.G	2.40	
H2o	26.5			H2o	26.5	

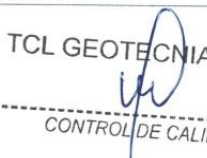
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad TCL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CON-001
		Revisión	1
		Aprobado	TC-TCL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: BACH. JULIO CESAR TUOTO RAMOS
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'_c=210$ KG/CM ² MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023"
UBICACIÓN	: LIMA - PERU
Fecha de ensayo: 03/06/2024	

f'c 210 kg/cm ²						
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA SACRA FAMILIA - PASCO						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.61	2.94	1.16	1.71	1487	1771
AGREGADO GRUESO	2.78	6.80	0.10	0.70	1339	1518
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			4 - 6	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			1/2 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.60		
4	AGUA			228		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.29		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			380.00	Kg/m ³	8.9	Bts/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1218	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua				0.2280	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire				0.0250	m ³ /m ³	
Suma de valores (1)				0.3748	m ³ /m ³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3325	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.2927	m ³ /m ³	
Suma de valores (2)				0.6252	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES (1) y (2)				1.000	m ³ /m ³	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				380	Kg/m ³	
AGUA				228	Lt/m ³	
AGREGADO FINO				738	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				814	Kg/m ³	
Vidrio molido sodocálcico (15% del peso del Ag. Fino, Reemplazo)				130.2	Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2290	Kg/m ³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				746.3	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				814.5	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.55	Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO				0.60	4.9	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					8.9	
					236.9	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				380	Kg/m ³	
AGUA				237	Lts/m ³	
AGREGADO FINO				746	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				814	Kg/m ³	
Vidrio molido sodocálcico (15% del peso del Ag. Fino, Reemplazo)				130.2	Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2308	Kg/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (22 lt.)						
CEMENTO				8.36	Kg	
AGUA				5.21	Lts	
AGREGADO FINO				16.42	Kg	
AGREGADO GRUESO				17.92	Kg	
Vidrio molido sodocálcico (15% del peso del Ag. Fino, Reemplazo)				2864.0	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C				C		
A.F				A.F		
A.G				A.G		
H2o				H2o		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Alejandro Elías Velazco Ríos INGENIERO CIVIL CIP N° 291299	 TCL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad TCL GEOTECNIA

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155

informes@tolgeotecniasac.com

www.tolgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CON-001
		Revisión	1
		Aprobado	TC-TCL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: BACH. JULIO CESAR TUCTO RAMOS
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM ² MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023*
UBICACIÓN	: LIMA - PERU
Fecha de ensayo: 03/06/2024	

F'c 210 kg/cm ²						
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA SACRA FAMILIA - PASCO						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.61	2.94	1.16	1.71	1487	1771
AGREGADO GRUESO	2.78	6.80	0.10	0.70	1339	1518
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			4 - 6	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			1/2"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.60		
4	AGUA			228		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.29		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		380.00		Kg/m ³	8.9	Bts/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1218	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua				0.2280	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire				0.0250	m ³ /m ³	
Suma de valores (1)				0.3748	m ³ /m ³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3325	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.2927	m ³ /m ³	
Suma de valores (2)				0.6252	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES (1) y (2)				1.000	m ³ /m ³	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				380	Kg/m ³	
AGUA				228	L/m ³	
AGREGADO FINO				694	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				814	Kg/m ³	
Vidrio molido sodocálcico (20% del peso del Ag. Fino, Reemplazo)				173.6	Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2290	Kg/m ³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				702.4	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				814.5	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.55	Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO				0.60	Lts/m ³	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				8.7	Lts/m ³	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				236.7	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				380	Kg/m ³	
AGUA				237	Lts/m ³	
AGREGADO FINO				702	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				814	Kg/m ³	
Vidrio molido sodocálcico (20% del peso del Ag. Fino, Reemplazo)				173.6	Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2307	Kg/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (22 lt.)						
CEMENTO				8.36	Kg	
AGUA				5.21	Lts	
AGREGADO FINO				15.45	Kg	
AGREGADO GRUESO				17.92	Kg	
Vidrio molido sodocálcico (20% del peso del Ag. Fino, Reemplazo)				3818.7	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.31			A.F	2.33	
A.G	2.14			A.G	2.40	
H2o	26.5			H2o	26.5	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL CIP N° 231250 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad TCL GEOTECNIA

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155

informes@tclgeotecniasac.com

www.tclgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	3
		Aprobado	TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136			
TESIS : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'_{C} \sim 210 \text{ KG/CM}^2$ MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023* SOLICITANTE : BACH. JULIO CESAR TUCTO RAMOS UBICACIÓN : LIMA, PERÚ Cantera : Sacra Familia - Pasco Material : Agregado fino N° Muestra : M-01			
			Fecha de ensayo: 02/06/2024
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO ASTM C136			

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

Método de preparación de muestra
Método de tamizado

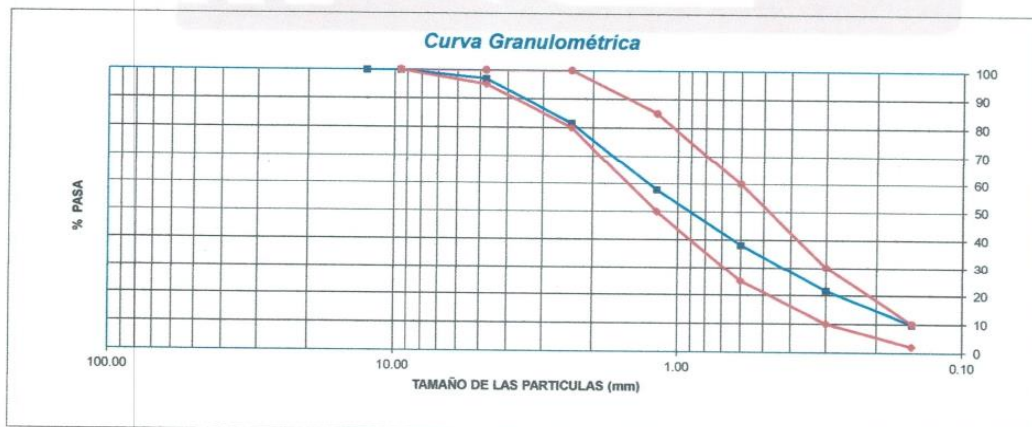
Seco a horno
Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo 391.4 gr. Contenido de Humedad 1.16 %
Peso inicial seco 386.9 gr.
Módulo de finura 2.94

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Usuario	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.76	11.7	3.0	3.0	97.0	95	100
N° 08	2.38	59.9	15.5	18.5	81.5	80	100
N° 16	1.19	91.6	23.7	42.2	57.8	50	85
N° 30	0.60	76.0	19.6	61.8	38.2	25	60
N° 50	0.30	64.3	16.6	78.4	21.6	10	30
N° 100	0.15	45.5	11.8	90.2	9.8	2	10
FONDO		37.90	9.8	100.0	0.0		

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad TCL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136			
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023" SOLICITANTE : BACH. JULIO CESAR TUCTO RAMOS UBICACIÓN : LIMA, PERÚ Cantera : Sacra Familia - Pasco Material : Agregado Grueso - TMN 1/2" N° Muestra : M-02			
Fecha de ensayo: 02/06/2024			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO ASTM C136			

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

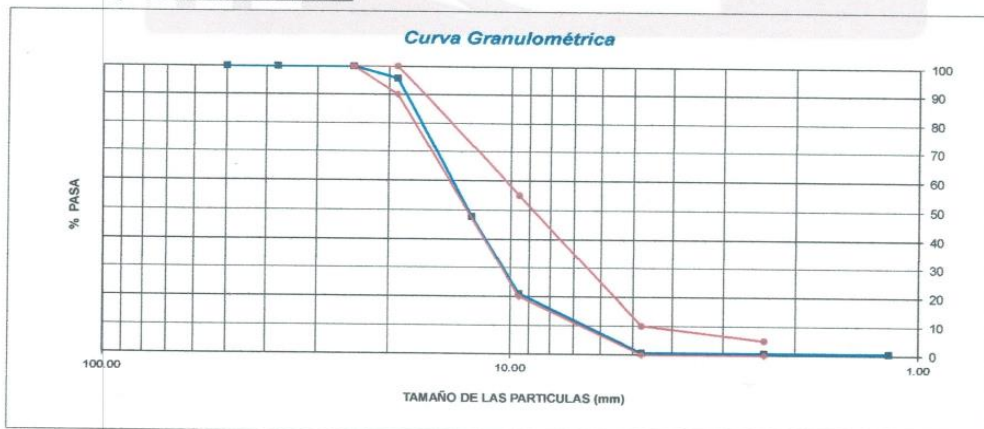
Método de preparación de muestra
Método de tamizado

Seco a horno
Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo 5172.0 gr. Contenido de Humedad 0.1 %
 Peso inicial seco 5169.0 gr. Tamaño máximo nominal 1/2"
 Módulo de finura 6.80

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #67	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05	223.0	4.3	4.3	95.7	90	100
1/2"	12.50	2477.0	47.9	52.2	47.8		
3/8"	9.53	1383.0	26.8	79.0	21.0	20	55
N° 04	4.76	1055.0	20.4	99.4	0.6	0	10
N° 08	2.38	0.0	0.0	99.4	0.6	0	5
N° 16	1.18	0.0	0.0	99.4	0.6		
FONDO		31.00	0.6	100.0	0.0		

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:

OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL CIP N° 231250	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad TCL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	3
		Aprobado	TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136			
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023" SOLICITANTE : BACH. JULIO CESAR TUOTO RAMOS UBICACIÓN : LIMA, PERÚ Cantera : --- Material : Vidrio Sodocalcico Molido N° Muestra : M-01			
		Fecha de ensayo: 04/06/2024	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO ASTM C136			

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

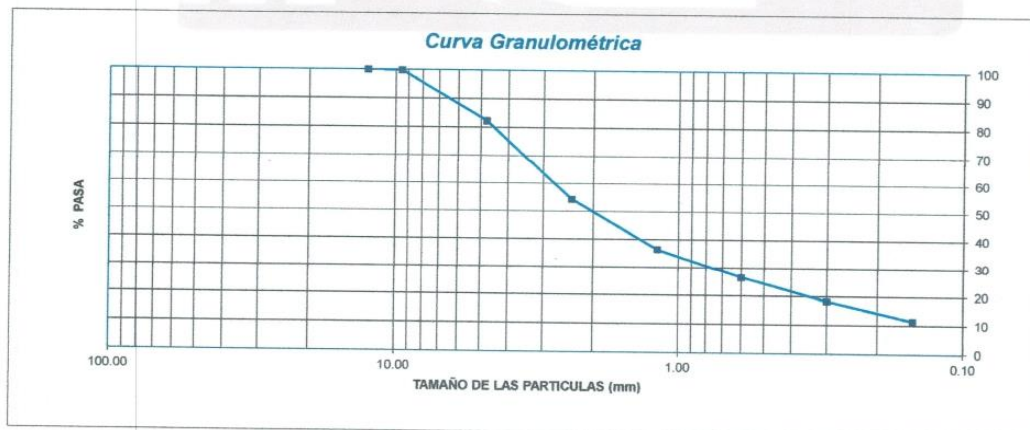
Método de preparación de muestra
Método de tamizado

Seco a horno
Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo 685.9 gr. Contenido de Humedad 0.04 %
 Peso inicial seco 685.6 gr.
 Módulo de finura 3.71

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso 1	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.50	1.2	0.2	0.2	99.8		
N° 04	4.76	121.0	17.6	17.8	82.2		
N° 08	2.36	191.3	27.9	45.7	54.3		
N° 16	1.19	122.6	17.9	63.6	36.4		
N° 30	0.60	68.0	9.9	73.5	26.5		
N° 50	0.30	56.1	8.2	81.7	18.3		
N° 100	0.15	47.7	7.0	88.7	11.3		
FONDO		77.70	11.3	100.0	0.0		

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 TCL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto y Asfalto Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL CIP N° 231299	 TCL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad - TCL GEOTECNIA

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155
informes@tolgeotecniasac.com
www.tolgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	3
		Aprobado	TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			
TESIS : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEDIANTE LA INTEGRACION DEL VIDRIO SOLICITANTE : SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023" UBICACIÓN : BACH. JULIO CESAR TUOTO RAMOS Cantera : Lima, PERÚ Material : Sacra Familia - Pasco N° Muestra : Agregado fino N° Muestra : M-01			
			Fecha de ensayo: 02/06/2024
PESO UNITARIO PARA AGREGADOS ASTM C29			

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método A (PUC, TMN<1 1/2")
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°			P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	7.55	7.68	7.63
2	Peso del Recipiente	kg	2.54	2.54	2.54
3	Peso de la Muestra	kg	5.01	5.14	5.10
4	Volumen del Molde	m³	0.00287	0.00287	0.00287
5	Peso Unitario Compactado	kg/m³	1745.99	1792.33	1775.26

PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1771
----------------------------------	------

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°			P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.59	6.91	6.91
2	Peso del Recipiente	kg	2.54	2.54	2.54
3	Peso de la Muestra	kg	4.06	4.37	4.38
4	Volumen del Molde	cm ³	0.00287	0.00287	0.00287
5	Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1413.59	1523.34	1524.39

PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1487
------------------------------	------

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	TCL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto y Asfalto Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL CIP N° 231298 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	TCL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad TCL GEOTECNIA

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155
informes@tclgeotecniasac.com
www.tclgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código Revisión Aprobado	FOR-PR-LAB-AG-002.01 2 TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			
TESIS : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023" SOLICITANTE : BACH. JULIO CESAR TUOTO RAMOS UBICACIÓN : LIMA, PERÚ Centra : Sacra Familia - Pasco Material : Agregado grueso - TMN 1/2" N° Muestra : M-02			
			Fecha de ensayo: 02/06/2024
PESO UNITARIO PARA AGREGADOS ASTM C29			

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado TMN<1 1/2")
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°			P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.91	6.91	6.86
2	Peso del Recipiente	kg	2.54	2.54	2.54
3	Peso de la Muestra	kg	4.37	4.37	4.32
4	Volumen del Molde	m³	0.00287	0.00287	0.00287
5	Peso Unitario Compactado	kg/m³	1523.69	1523.69	1506.62

PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1518
----------------------------------	------

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°			P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.37	6.38	6.39
2	Peso del Recipiente	kg	2.54	2.54	2.54
3	Peso de la Muestra	kg	3.83	3.84	3.85
4	Volumen del Molde	cm ³	0.00287	0.00287	0.00287
5	Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1335.54	1339.37	1341.46

PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1339
------------------------------	------

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	TCL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Cimentación y Pavimento Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL CIP N° 231256 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	TCL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad TCL GEOTECNIA

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155
 informes@tclgeotecniasac.com
 www.tclgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
 Asociación San Francisco de Cayran III etapa
 San Martín de Porres, Lima, Perú.
 (Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código Revisión Aprobado	FOR-PR-LAB-AG-004.01 2 TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C128			
TESIS : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023* SOLICITANTE : BACH. JULIO CESAR TUOTO RAMOS UBICACIÓN : LIMA, PERÚ Cantera : Sacra Familia - Pasco Material : Agregado fino N° Muestra : M-01			
			Fecha de ensayo: 03/06/2024
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS ASTM C128			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de Muestra Seca	gr	491.60	491.60
2	Peso de fiola + Agua	gr	659.00	647.40
3	Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr	970.30	959.00
4	Peso de Muestra SSS	gr	500.00	500.00
8)	Peso Especifico de la Masa (SSS)	gr/cc	2.65	2.65
9)	Peso Especifico de la Masa (OD)	gr/cc	2.61	2.61
10)	Peso Especifico de la Masa (Aparente)	gr/cc	2.73	2.73
11)	Absorción	%	1.71	1.71

B) PESO ESPECÍFICO:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.65
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	2.61
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.73

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	1.71
---------------	------

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	TCL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto y Asfalto Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL CIPN 231250	TCL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad TCL GEOTECNIA

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155
informes@tolgeotecniasac.com
www.tolgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C127			
TESIS : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023* SOLICITANTE : BACH. JULIO CESAR TUOTO RAMOS UBICACIÓN : LIMA, PERÚ Cantera : Sacra Familia - Pasco Material : Agregado grueso - TMN 1/2" N° Muestra : M-02			
		Fecha de ensayo:	03/06/2024
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS ASTM C127			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr	1371	1373
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr	2133	2138
3	Peso de la Muestra Seca	gr	2118	2123
4	Peso específico de Masa (SSS)	gr/cc	2.80	2.79
5	Peso específico de Masa (OD)	gr/cc	2.78	2.78
6	Peso específico de Masa (Aparente)	gr/cc	2.84	2.83
7	Absorción	%	0.7	0.7

B) GRAVEDAD ESPECÍFICA:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.80
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2.78
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.83

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	0.7
---------------	-----

OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad TCL GEOTECNIA

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155
informes@tclgeotecniasac.com
www.tclgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	TC-TCL

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C143

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTES	: BACH. JULIO CESAR TUCTO RAMOS
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO 2023"
UBICACIÓN	: LIMA, PERÚ

Fecha de emisión: 04/06/2024

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO				
MUESTRA	SLUMP PULG.			PROMEDIO PULG
Patrón	4	4	4	4

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO				
MUESTRA	SLUMP PULG.			PROMEDIO PULG
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F	4 1/2	4 3/4	4 1/4	4 1/2

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO				
MUESTRA	SLUMP PULG.			PROMEDIO PULG
16% de V.M.S. Reemplazo al A.F	5 1/4	5 1/2	5	5 1/4

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO				
MUESTRA	SLUMP PULG.			PROMEDIO PULG
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F	6 3/4	6 1/2	6 1/4	6 1/2

OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado haciendo uso del Cono de Abrams
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	TCL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto y Asfalto Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL CIP N° 231250 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	TCL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad TCL GEOTECNIA

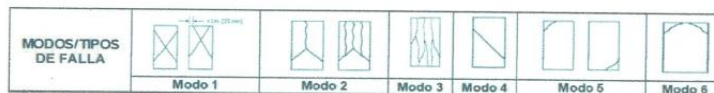
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	3
		Aprobado	TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034			
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f_c=210$ KG/CM ² MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023" SOLICITANTE : BACH. JULIO CESAR TUOTO RAMOS UBICACIÓN : LIMA - PERU Muestra : Probetas de concreto de 10cm de diámetro x 20 cm de altura Diseño : $f_c=210$ kg/cm ² N° Probetas : M-01, M-02, M-03, M-04, M-05, M-06, M-07, M-08, M-09, M-10, M-11, M-12			
			Fecha de ensayo: 02/07/2024
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034			

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado
 Dosificación: ---
 Resistencia de Diseño: 210 kg/cm²
 Velocidad de carga: 2.55 kg/cm²/s

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	L/D	ÁREA cm ²	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo / Tipo de Falla (1-6)	F.C. (L/D)	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRON M-01	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	13201.0	3	1.00	168.1	210.0	80.0
PATRON M-02	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	13250.0	3	1.00	168.7	210.0	80.3
PATRON M-03	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	13193.9	3	1.00	168.0	210.0	80.0
PATRON M-04	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	18114.0	3	1.00	230.6	210.0	109.8
PATRON M-05	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	18310.8	3	1.00	233.1	210.0	111.0
PATRON M-06	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	18058.9	3	1.00	229.9	210.0	109.5
PATRON M-07	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	20688.7	3	1.00	263.4	210.0	125.4
PATRON M-08	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	20342.0	3	1.00	259.0	210.0	123.3
PATRON M-09	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	20837.6	2	1.00	265.3	210.0	126.3
PATRON M-10	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	21660.5	3	1.00	275.8	210.0	131.3
PATRON M-11	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	21334.2	3	1.00	271.6	210.0	129.4
PATRON M-12	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	21603.4	3	1.00	275.1	210.0	131.0



OBSERVACIONES:

* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	TCL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto y Asfalto Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL CIP N° 231250	TCL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad TCL GEOTECNIA

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155
informes@tolgeotecniasac.com
www.tolgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

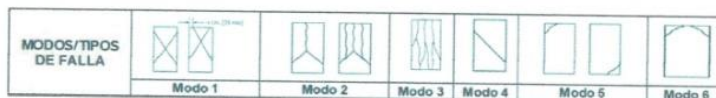
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLINDRICO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	3
		Aprobado	TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034			
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023" SOLICITANTE : BACH. JULIO CESAR TUOTO RAMOS UBICACIÓN : LIMA - PERU Muestra : Probetas de concreto de 10cm de diámetro x 20 cm de altura Diseño : $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ N° Probetas : M-01, M-02, M-03, M-04, M-05, M-06, M-07, M-08, M-09, M-10, M-11, M-12 Fecha de ensayo: 02/07/2024			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034			

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado
 Densificación: ---
 Resistencia de Diseño: 210 kg/cm^2
 Velocidad de carga: 2.55 $\text{kgf/cm}^2/\text{s}$

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	L/D	AREA cm^2	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo / Tipo de Falla (1-6)	F.C (L/D)	ESFUERZO kgf/cm^2	F _c Diseño kgf/cm^2	% F _c
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-01	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	14008.6	3	1.00	178.4	210.0	84.9
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-02	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	13795.5	3	1.00	175.7	210.0	83.6
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-03	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	13854.7	3	1.00	176.4	210.0	84.0
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-04	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	19354.9	2	1.00	246.4	210.0	117.3
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-05	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	19026.6	3	1.00	242.3	210.0	115.4
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-06	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	19009.2	3	1.00	242.0	210.0	115.3
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-07	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	21542.2	3	1.00	274.3	210.0	130.6
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-08	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	21397.4	2	1.00	272.4	210.0	129.7
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-09	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	21297.5	3	1.00	271.2	210.0	129.1
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-10	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	23136.0	3	1.00	294.6	210.0	140.3
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-11	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	23162.5	3	1.00	294.9	210.0	140.4
10% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-12	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	23225.7	2	1.00	295.7	210.0	140.8



OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material retentante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA SAC

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: TCL GEOTECNIA S.A.C. Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL C.N° 231250 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: TCL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad TCL GEOTECNIA
---	---	---

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155

informes@tclgeotecniasac.com

www.tclgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

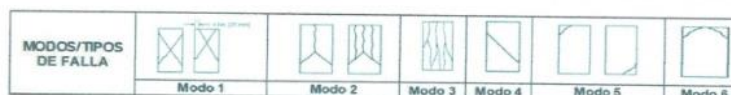
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO	Código FOR-LAB-CO-009
		Revisión 3
		Aprobado TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034		
TESIS : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPMARCA - PASCO 2023* SOLICITANTE : BACH. JULIO CESAR TUOTO RAMOS UBICACIÓN : LIMA - PERU Muestra : Probetas de concreto de 10cm de diámetro x 20 cm de altura Diseño : f'c=210 kg/cm2 N° Probetas : M-01, M-02, M-03, M-04, M-05, M-06, M-07, M-08, M-09, M-10, M-11, M-12 Fecha de ensayo: 02/07/2024		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034		

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado
 Dosificación: ---
 Resistencia de Diseño: 210 kg/cm2
 Velocidad de carga: 2.55 kg/cm2/s

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	L/D	AREA cm2	FUERZA MAXIMA kgf	Modo / Tipo de Falla (1-6)	F.C (S/O)	ESFUERZO kg/cm2	Pc Diseño kg/cm2	% Fc
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-01	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	14607.2	3	1.00	186.0	210.0	88.6
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-02	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	14514.4	3	1.00	184.8	210.0	88.0
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-03	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	14463.4	3	1.00	184.2	210.0	87.7
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-04	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	19377.4	2	1.00	246.7	210.0	117.5
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-05	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	19779.1	3	1.00	251.8	210.0	119.9
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-06	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	19704.7	3	1.00	250.9	210.0	119.5
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-07	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	21599.3	3	1.00	275.0	210.0	131.0
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-08	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	21594.2	3	1.00	274.9	210.0	130.9
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-09	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	21745.1	2	1.00	276.9	210.0	131.8
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-10	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	24502.4	2	1.00	312.0	210.0	148.6
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-11	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	24566.6	3	1.00	312.8	210.0	148.9
15% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-12	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	24366.8	2	1.00	310.2	210.0	147.7



OBSERVACIONES:

* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material rebotante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	TCL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto y Asfalto Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL CIP N° 231250 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	TCL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad TCL GEOTECNIA

suelos- concreto - asfalto



+51 993 638 679 / 993 376 155

informes@tclgeotecniasac.com

www.tclgeotecniasac.com

Mz I2 Lt15 Calle la Madrid,
Asociación San Francisco de Cayran III etapa
San Martín de Porres, Lima, Perú.
(Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO	Código FOR-LAB-CO-009
		Revisión 3
		Aprobado TC-TCL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034		
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F_c=210 \text{ KG/CM}^2$ MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL VIDRIO SODOCÁLCICO MOLIDO, EN LOS CLIMAS GELIDOS DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PASCO 2023" SOLICITANTE : BACH. JULIO CESAR TUCTO RAMOS UBICACIÓN : LIMA - PERU Muestra : Probetas de concreto de 10cm de diametro x 20 cm de altura Diseño : $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ N° Probetas : M-01, M-02, M-03, M-04, M-05, M-06, M-07, M-08, M-09, M-10, M-11, M-12 Fecha de ensayo: 02/07/2024		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034		

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado

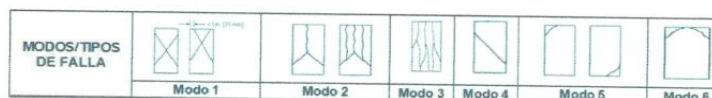
Dosificación: ---

Resistencia de Diseño: 210 kg/cm²

Velocidad de carga: 2.55 kg/cm²/s

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LD	ÁREA cm ²	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo / Tipo de Falla (1-6)	F.C (L/D)	ESFUERZO kg/cm ²	Pc Diseño kg/cm ²	% Fc
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-01	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	12832.9	3	1.00	163.4	210.0	77.8
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-02	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	12676.9	3	1.00	161.4	210.0	76.9
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-03	4/06/2024	7/06/2024	3	2.0	78.5	12749.3	3	1.00	162.3	210.0	77.3
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-04	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	18939.9	2	1.00	241.2	210.0	114.8
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-05	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	18524.9	2	1.00	235.9	210.0	112.3
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-06	4/06/2024	11/06/2024	7	2.0	78.5	18395.4	3	1.00	234.2	210.0	111.5
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-07	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	20966.1	3	1.00	266.9	210.0	127.1
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-08	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	21240.4	3	1.00	270.4	210.0	128.8
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-09	4/06/2024	18/06/2024	14	2.0	78.5	21111.9	3	1.00	268.8	210.0	128.0
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-10	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	22347.7	3	1.00	284.5	210.0	135.5
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-11	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	22326.3	3	1.00	284.3	210.0	135.4
20% de V.M.S. Reemplazo al A.F M-12	4/06/2024	2/07/2024	28	2.0	78.5	22642.4	3	1.00	288.3	210.0	137.3



OBSERVACIONES:

* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente.

* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de TCL GEOTECNIA SAC

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: TCL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto y Asfalto Alejandro Elias Velazco Rios INGENIERO CIVIL CIP N° 431250 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: TCL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad TCL GEOTECNIA
---	---	---

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-015-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

1. Expediente: 0380
2. Solicitante: TECNOLOGIA CONTROL DE CALIDAD LABORATORIO GEOTECNIA S.A.C.
3. Dirección: JR. JUAN CHACORNAL NRO. 211 URB. EL PACIFICO ET. DOS - LIMA-LIMA- SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo: HORNO DE SECADO
- Marca: PERUTEST
- Modelo: PT-H76
- N° de serie: 196
- Procedencia: PERU
- Identificación: NO INDICA
- Ubicación: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto de TCL GEOTECNIA SAC

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	DIGITAL

5. Fecha de calibración 2023-06-08

Fecha de Emisión

2023-06-15



Firmado digitalmente por:
BARTOLO CHUQUIBALA JUAN
CARLOS FIR 42443885 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17/06/2023 12:13:27-0500



Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☞ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☞ comercial@calibratec.com.pe
☞ CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-015-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 7

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto de TCL GEOTECNIA SAC Ubicado en Mz. I2 Lt. 15 Calle la Madrid, Asociación San Francisco de Cayran III etapa San Martín de Porres-Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,8 °C	26,2 °C
Humedad relativa	72,0 %	72,0 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K (CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,15 °C a 0,16 °C	LT-0417-2023

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La carga para la medición consistió de muestras con muestras.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-015-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 7

11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio: 25,8 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo: 2 horas
El controlador se seteo en: 110 °C

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{máx} - T _{mín} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	107,0	109,5	109,5	106,5	107,2	113,4	113,9	114,3	114,0	114,5	111,0	8,0
02	110,0	107,2	109,6	109,4	106,8	107,2	113,4	113,9	114,2	113,7	114,5	111,0	7,7
04	110,0	107,2	109,6	109,5	107,0	107,3	113,1	113,9	114,3	114,1	114,6	111,1	7,6
06	110,0	107,1	109,6	109,4	106,7	107,2	113,3	113,8	114,2	114,0	114,5	111,0	7,8
08	110,0	107,1	109,6	109,5	106,8	107,2	113,4	113,8	114,2	114,0	114,4	111,0	7,6
10	110,0	107,1	109,6	109,4	106,9	107,1	113,1	113,8	114,2	113,9	114,5	111,0	7,6
12	110,0	107,2	109,7	109,5	106,6	107,2	113,3	113,8	114,1	114,1	114,5	111,0	7,9
14	110,0	107,1	109,6	109,4	106,6	107,1	113,3	113,8	114,0	113,9	114,4	110,9	7,8
16	110,0	107,2	109,6	109,5	106,6	107,2	113,3	113,9	114,2	114,0	114,6	111,0	8,0
18	110,0	107,1	109,6	109,5	106,7	107,2	113,2	113,9	114,2	114,0	114,4	111,0	7,7
20	110,0	107,2	109,6	109,5	106,6	107,3	113,3	113,7	114,1	114,0	114,4	111,0	7,8
22	110,0	107,1	109,7	109,5	106,7	107,2	113,5	114,0	114,2	114,0	114,5	111,0	7,8
24	110,0	107,2	109,6	109,5	107,0	107,2	113,2	113,8	114,2	113,9	114,4	111,0	7,4
26	110,0	107,2	109,7	109,4	106,6	107,2	113,4	113,9	114,3	114,1	114,6	111,0	8,0
28	110,0	107,3	109,7	109,5	106,6	107,3	113,5	113,9	114,2	114,1	114,6	111,1	8,0
30	110,0	107,2	109,6	109,4	106,7	107,2	113,2	113,8	114,2	113,8	114,6	111,0	7,9
32	110,0	107,2	109,7	109,5	106,8	107,2	113,4	113,8	114,2	113,8	114,4	111,0	7,6
34	110,0	107,2	109,6	109,4	106,5	107,2	113,4	113,8	114,2	113,9	114,5	111,0	8,0
36	110,0	107,2	109,7	109,6	106,5	107,2	113,3	113,9	114,2	114,0	114,6	111,0	8,1
38	110,0	107,2	109,7	109,4	106,7	107,2	113,3	113,7	114,1	113,8	114,4	111,0	7,7
40	110,0	107,2	109,6	109,4	106,7	107,1	113,3	113,7	114,1	114,0	114,3	110,9	7,6
42	110,0	107,2	109,7	109,5	106,7	107,2	113,1	113,8	114,1	113,9	114,4	111,0	7,7
44	110,0	107,2	109,7	109,5	106,4	107,2	113,2	113,8	114,2	114,1	114,6	111,0	8,2
46	110,0	107,2	109,7	109,5	106,7	107,3	113,6	113,8	114,1	113,9	114,4	111,0	7,7
48	110,0	107,1	109,6	109,4	106,7	107,1	113,5	113,8	114,0	113,6	114,5	110,9	7,8
50	110,0	107,2	109,6	109,4	107,0	107,2	113,5	113,8	114,2	113,8	114,4	111,0	7,4
52	110,0	107,2	109,7	109,5	106,8	107,2	113,4	113,9	114,3	114,1	114,6	111,1	7,8
54	110,0	107,2	109,6	109,4	106,5	107,1	113,4	113,8	114,2	113,7	114,3	110,9	7,8
56	110,0	107,1	109,6	109,5	106,8	107,2	113,2	114,0	114,1	113,7	114,6	111,0	7,8
58	110,0	107,2	109,7	109,6	106,5	107,2	113,6	113,9	114,1	113,9	114,5	111,0	8,0
60	110,0	107,2	109,7	109,5	106,9	107,2	113,4	113,9	114,2	113,9	114,3	111,0	7,4
T. PROM		107,2	109,6	109,5	106,7	107,2	113,3	113,8	114,2	113,9	114,5	111,0	
Temp. máxima		107,3	109,7	109,6	107,0	107,3	113,6	114,0	114,3	114,1	114,6		
Temp. mínima		107,0	109,5	109,4	106,4	107,1	113,1	113,7	114,0	113,6	114,3		
DTT		0,3	0,2	0,2	0,6	0,2	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3		

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-015-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	114,6	0,3
Mínima Temperatura medida	106,4	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,6	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7,7	0,4
Estabilidad medida	0,30	0,05
Uniformidad medida	8,2	0,4

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T MAX : Temperatura máxima.
T MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo

CUMPLE con los límites especificados de temperatura

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

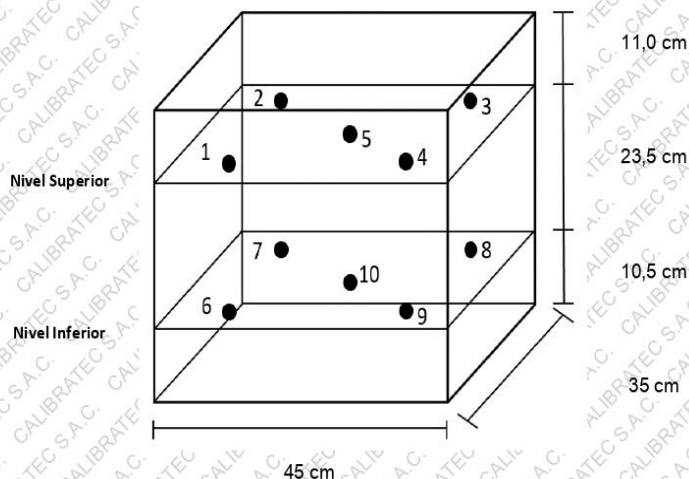
📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-015-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 7

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del frente y fondo del equipo.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

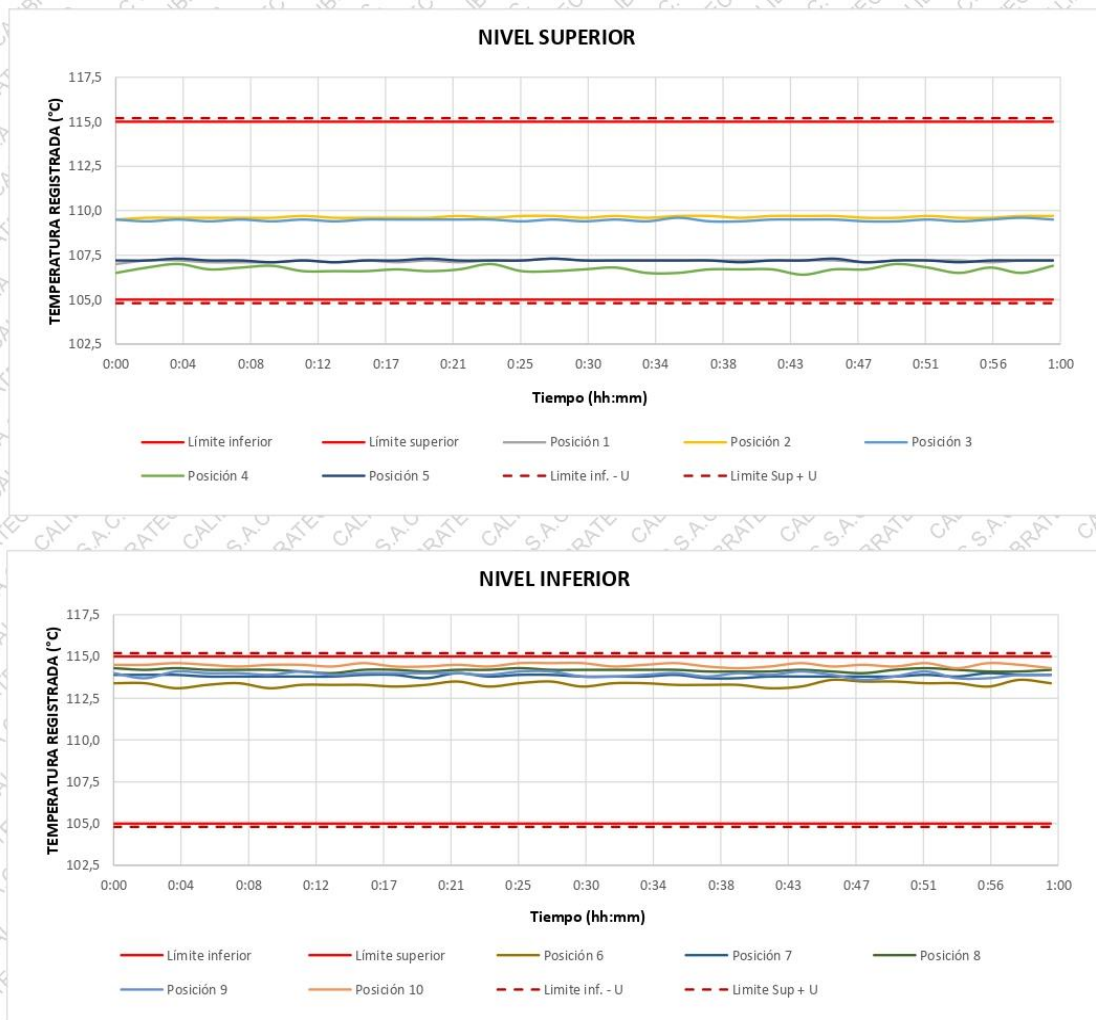
📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-015-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 7

TEMPERATURA DE TRABAJO DE $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$



Revisión 00

RT03-F01

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-015-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 7 de 7

FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-068-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0380
2. Solicitante	TECNOLOGÍA CONTROL DE CALIDAD LABORATORIO GEOTECNIA S.A.C.
3. Dirección	JR. JUAN CHACORNAL NRO. 211 URB. EL PACIFICO ET. DOS - LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA
Marca	OHAUS
Modelo	NVT6201ZH
N° de serie	8342450053
Identificación	No indica
Procedencia	China
Capacidad máxima:	6200 g
División de escala (d)	0,1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Capacidad mínima	2 g
Clase de exactitud	III
5. Fecha de calibración	2023-06-08

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-06-10



Jefe de Laboratorio

Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817645 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 10/06/2023 10:38:27-0500



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-068-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de suelos, concreto y asfalto de TCL GEOTECNIA S.A.C. ubicado en Mz. 12 Lt. 15 Calle La Madrid - Asociación San Francisco de Cayran III Etapa - San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,4 °C	25,6 °C
Humedad relativa	70 %	70 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1492-MPES-C-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-4235-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 6000 g la balanza indicaba 6000,5 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 7 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-068-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	Tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	25,5 °C	25,5 °C	Humedad	69,0 %	69,0 %
Carga L1	3 000,00 g		Carga L2	6 000,31 g	
I	ΔL	E	I	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
3 000,0	0,07	-0,02	6 000,0	0,09	-0,35
3 000,0	0,05	0,00	6 000,1	0,07	-0,23
3 000,0	0,10	-0,05	6 000,0	0,10	-0,36
3 000,1	0,06	0,09	6 000,0	0,08	-0,34
3 000,0	0,09	-0,04	6 000,0	0,05	-0,31
3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,06	-0,32
3 000,0	0,10	-0,05	6 000,1	0,10	-0,26
3 000,0	0,08	-0,03	6 000,0	0,09	-0,35
3 000,0	0,06	-0,01	5 999,9	0,06	-0,42
3 000,1	0,07	0,08	6 000,0	0,08	-0,34
Dif Máx. Encontrada		0,14	Dif Máx. Encontrada		0,19
EMP		3,0	EMP		3,0

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	25,5 °C	25,6 °C	Humedad	69,0 %	69,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E _c g
1	1,00	1,0	0,09	-0,04	2 000,00	2 000,0	0,09	-0,04	0,00
2		1,0	0,05	0,00		2 000,0	0,07	-0,02	-0,02
3		1,0	0,07	-0,02		2 000,0	0,10	-0,05	-0,03
4		1,0	0,10	-0,05		2 000,1	0,08	0,07	0,12
5		0,9	0,08	-0,13		2 000,0	0,05	0,00	0,13
Error máximo permitido (±)									2,0

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-068-2023

*Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,7 °C	Humedad	69,0 %	69,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E ₀	1,00	1,0	0,10	-0,05					
2,00	2,0	0,09	-0,04	0,01	2,0	0,10	-0,05	0,00	1,0
600,00	600,0	0,07	-0,02	0,03	600,1	0,09	0,06	0,11	2,0
1 200,00	1 200,0	0,05	0,00	0,05	1 200,0	0,05	0,00	0,05	2,0
1 800,00	1 800,0	0,08	-0,03	0,02	1 800,0	0,07	-0,02	0,03	2,0
2 500,00	2 500,0	0,09	-0,04	0,01	2 500,0	0,08	-0,03	0,02	3,0
3 000,00	3 000,0	0,05	0,00	0,05	2 999,9	0,10	-0,15	-0,10	3,0
4 500,00	4 500,0	0,07	-0,02	0,03	4 500,0	0,06	-0,01	0,04	3,0
5 000,31	5 000,1	0,10	-0,26	-0,21	5 000,0	0,05	-0,31	-0,26	3,0
6 000,31	6 000,1	0,05	-0,21	-0,16	6 000,1	0,07	-0,23	-0,18	3,0
6 200,31	6 200,0	0,09	-0,35	-0,30	6 200,0	0,09	-0,35	-0,30	3,0

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,20^2 \text{ g}^2 + 0,0000000093^2 \text{ g}^2} \times R^2$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000030 \times R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-070-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente 0380
2. Solicitante TECNOLOGÍA CONTROL DE CALIDAD
LABORATORIO GEOTECNIA S.A.C.
3. Dirección JR. JUAN CHACORNAL NRO. 211 URB. EL
PACIFICO ET. DOS - LIMA - LIMA - SAN
MARTIN DE PORRES
4. Instrumento calibrado **BALANZA ELECTRÓNICA**
Marca OHAUS
Modelo R2000-30
N° de serie 8342167647
Identificación No indica
Procedencia China
Capacidad máxima: 30000 g
División de escala (d) 1 g
Div. de verificación (e) 10 g
Capacidad mínima 200 g
Clase de exactitud III
5. Fecha de calibración 2023-06-08

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-06-10



Jefe de Laboratorio

Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 10/06/2023 10:38:53-0500



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-070-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de suelos, concreto y asfalto de TCL GEOTECNIA S.A.C. ubicado en Mz. 12 Lt. 15 Calle La Madrid - Asociación San Francisco de Cayran III Etapa - San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,4 °C	25,5 °C
Humedad relativa	66 %	66 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1492-MPES-C-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-4235-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 10 kg de clase M2	CM-4188-2022
TOTAL WEIGHT	Pesas de 20 kg de clase M2	CM-4187-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 30002 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 7 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-070-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	Tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	25,5 °C	25,5 °C	Humedad	65,0 %	65,0 %
Carga L1 15 000,3 g			Carga L2 30 001,0 g		
I	ΔL	E	I	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
15 000	0,7	-0,5	30 000	0,8	-1,3
15 000	0,8	-0,6	30 000	0,4	-0,9
15 000	0,5	-0,3	30 000	0,5	-1,0
15 000	0,7	-0,5	30 000	0,7	-1,2
15 001	0,6	0,6	30 001	0,8	-0,3
15 000	0,5	-0,3	30 000	0,5	-1,0
15 000	0,7	-0,5	30 001	0,7	-0,2
15 000	0,5	-0,3	30 000	0,4	-0,9
15 001	0,8	0,4	29 999	0,5	-2,0
15 000	0,6	-0,4	30 000	0,7	-1,2
Dif Máx. Encontrada		1,2	Dif Máx. Encontrada		1,8
EMP		20	EMP		30

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

3	4						
1							
2	5						
		Inicial	Final	Inicial	Final		
		Temperatura	25,5 °C	25,6 °C	Humedad	65,0 %	65,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido Ec					
	C. mínima g	I g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
1	100,0	100	0,7	-0,2	10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,2	
2		100	0,5	0,0		10 000	0,7	-0,2	-0,2	
3		100	0,8	-0,3		10 000	0,6	-0,1	0,2	
4		100	0,6	-0,1		10 000	0,7	-0,2	-0,1	
5		100	0,5	0,0		10 001	0,8	0,7	0,7	
					Error máximo permitido (±)					20

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-070-2023

Area de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

		Inicial		Final				Inicial		Final	
Temperatura		25,5 °C		25,6 °C		Humedad		65,0 %		65,0 %	
Carga L	Carga creciente					Carga decreciente					EMP
	I	ΔL	E	Ec	I	ΔL	E	Ec			
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	
E ₀	100,0	100	0,7	-0,2							
	200,0	200	0,8	-0,3	-0,1	200	0,5	0,0	0,2	10	
	3 000,0	3 000	0,5	0,0	0,2	3 000	0,7	-0,2	0,0	10	
	6 000,3	6 000	0,7	-0,5	-0,3	6 000	0,6	-0,4	-0,2	20	
	9 000,3	9 001	0,4	0,8	1,0	9 000	0,5	-0,3	-0,1	20	
	12 000,0	12 000	0,6	-0,1	0,1	12 001	0,8	0,7	0,9	20	
	15 000,3	15 000	0,5	-0,3	-0,1	15 000	0,4	-0,2	0,0	20	
	17 000,3	17 000	0,8	-0,6	-0,4	17 000	0,7	-0,5	-0,3	20	
	20 001,0	20 000	0,6	-1,1	-0,9	20 001	0,5	0,0	0,2	20	
	25 001,3	25 001	0,7	-0,5	-0,3	25 000	0,6	-1,4	-1,2	30	
	30 001,0	30 000	0,8	-1,3	-1,1	30 000	0,8	-1,3	-1,1	30	

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,79^2 \cdot g^2 + 0,0000000010^2 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000069 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-F-094-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0277		
2. Solicitante	TECNOLOGIA CONTROL DE CALIDAD LABORATORIO GEOTECNIA S.A.C.		
3. Dirección	JR. JUAN CHACORNAL NRO. 211 URB. EL PACIFICO ET. DOS LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES		
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)		
Marca	PERUTEST		
Modelo	STYE-2000		
N° de serie	231055		
Identificación	NO INDICA		
Procedencia	CHINA		
Intervalo de indicación	0 kN a 2000 kN		
Resolución	0,1 kN		
Clase de exactitud	NO INDICA		
Modo de fuerza	Compresión		
Indicador Digital			
Marca	MC	Serie	231055
Modelo	STYLE-2000	Resolución	0,1 kN
Transductor de Presión			
Marca	NO INDICA	Serie	NO INDICA
Modelo	NO INDICA		
5. Fecha de calibración	2024-05-22		

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-05-23



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/05/2024 17:04:11-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-094-2024

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de CALIBRATEC S.A.C. ubicado en Av. Chillon Lote 50B Urb. Chacracerro Lima - Lima - Comas

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,3 °C
Humedad relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 272 kg	INF-LE N° 070-24 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-094-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón						Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios	Promedio	
				Ascenso kN	Ascenso kN	Ascenso kN		
%	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
10	100,00	100,48	100,63	101,06	--	--	100,72	-0,72
20	200,00	200,34	200,88	201,52	--	--	200,91	-0,91
30	300,00	300,25	301,27	301,61	--	--	301,04	-1,04
40	400,00	400,00	401,08	401,42	--	--	400,83	-0,83
50	500,00	500,05	500,74	501,03	--	--	500,61	-0,61
60	600,00	600,14	600,93	601,08	--	--	600,72	-0,72
70	700,00	700,28	701,36	701,02	--	--	700,89	-0,89
80	800,00	800,72	801,16	800,67	--	--	800,85	-0,85
90	900,00	901,44	901,49	893,48	--	--	898,80	1,20
100	1000,00	1002,11	1002,01	1001,32	--	--	1001,81	-1,81

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kN	%	%	%	%	%	%
10	100	-0,72	0,58	--	0,10	--	1,00
20	200	-0,45	0,59	--	0,05	--	0,63
30	300	-0,35	0,45	--	0,03	--	0,49
40	400	-0,21	0,35	--	0,03	--	0,42
50	500	-0,12	0,20	--	0,02	--	0,35
60	600	-0,12	0,15	--	0,02	--	0,33
70	700	-0,13	0,15	--	0,01	--	0,32
80	800	-0,11	0,06	--	0,01	--	0,31
90	900	0,14	0,90	--	0,01	--	0,67
100	1000	-0,18	0,08	--	0,01	--	0,30

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %	Resolución relativa a %	Cero f0 %
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-094-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

977 997 385 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624

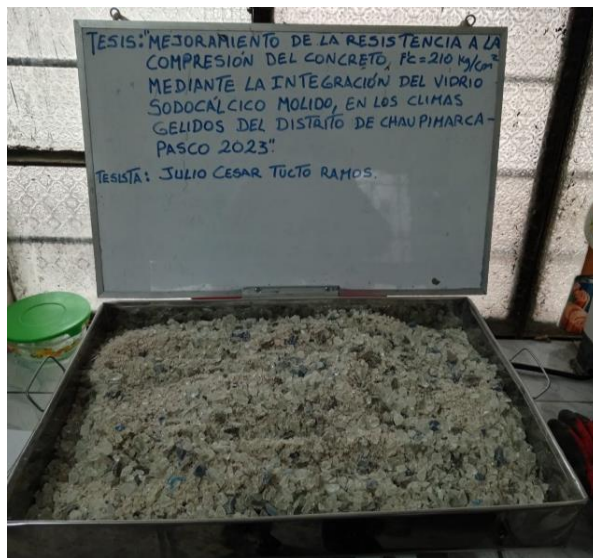
Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@calibratec@gmail.com
CALIBRATEC SAC

ANEXO 8

PANEL FOTOGRÁFICO



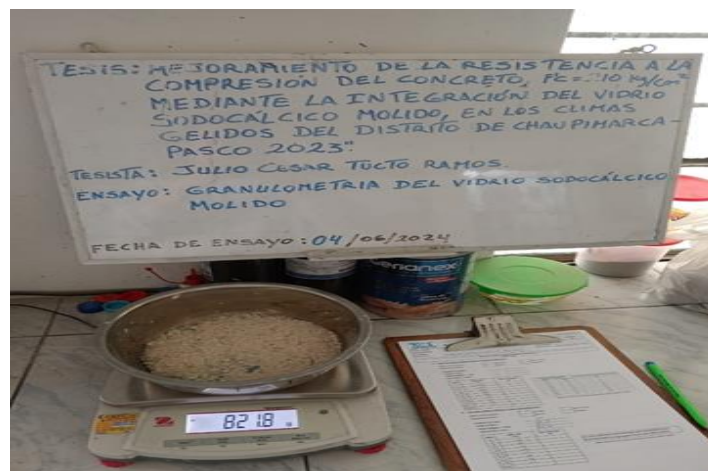
Fotografía 1: Se inicio con la compra del vidrio sodocálcico molido el cual fue obtenido ya en estado triturado en partículas finas de una planta de tratamiento de residuos sólidos.



Fotografía 2: Para los ensayos se utilizaron las instalaciones del laboratorio y primero se sacó una muestra del vidrio molido y se colocó en una bandeja para ser pesado e iniciar con su ensayo granulométrico para conocer las propiedades físicas del material a utilizar.



Fotografía 3: Se realizó el proceso de tamizado con un peso seco de 685 gr.



Fotografía 4: Se tomo los pesos correspondientes por cada tamiz, obteniendo como resultado las propiedades físicas del vidrio molido que se utilizó.



Fotografía 5: Se procedió a realizar los ensayos granulométricos, peso específico, peso unitario y absorción del agregado fino, para el cual se sacó una muestra del agregado extraído de la cantera Sacra Familia – Pasco.



Fotografía 6: Para los ensayos granulométricos se procedió a realizar el cuarteo de la muestra.



Fotografía 7: Una vez realizado el cuarteo de la muestra se tomó una de las partes para realizar el ensayo granulométrico.



Fotografía 8: La muestra seleccionada se introdujo en una pequeña bandeja de aluminio para que pueda ser pesada en la balanza.



Fotografía 9: Se hizo uso de la balanza para obtener el peso natural o peso húmedo de la muestra.



Fotografía 10: En la fotografía se muestra que la muestra se lleva al horno por 24 horas.



Fotografía 11: Se dejó en el horno por 24 horas a una temperatura de $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ de acuerdo a lo que indica la Normal ASTM D2216.



Fotografía 12: Una vez sacado del horno se procedió a pesar para determinar su peso en seco y el % de contenido de humedad de la muestra de agregado fino.



Fotografía 13: Seguidamente se procedió a pasar el material a través de los tamices.



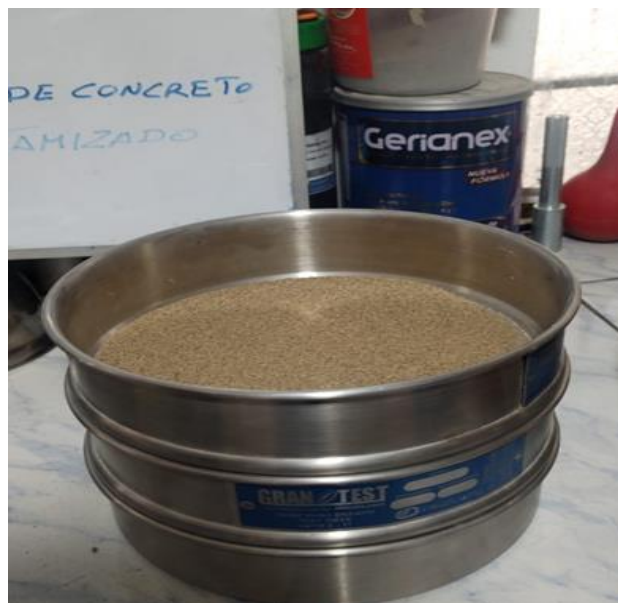
Fotografía 14: Para ayudar a que material pase a través de los tamices se hizo un zarandeo a los tamices.



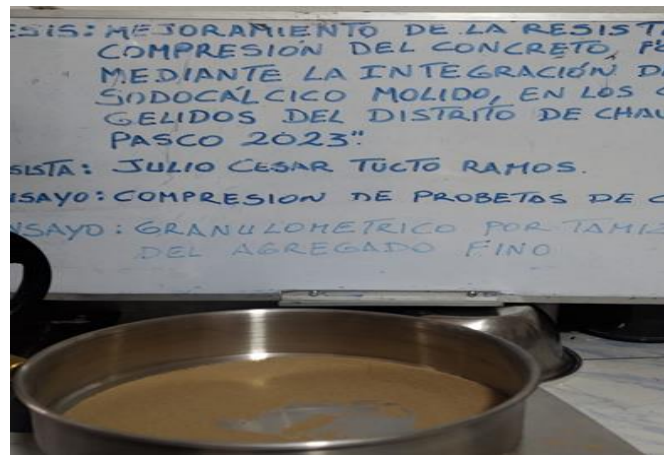
Fotografía 15: Se procedió a pesar el material retenido en los tamices uno por uno.



Fotografía 16: Se tomo nota del peso por cada tamiz, en los formatos para luego realizar el análisis granulométrico correspondiente.



Fotografía 17: se observa cómo va quedando el material como resultado del tamizado.



Fotografía 18: Se observa que las mallas inferiores tienen menor diámetro, por lo cual el resultado es un material más fino.



Fotografía 19: Se procedió también a realizar los ensayos de Peso unitario suelto y Peso Unitario compactado, el cual nos basamos a la norma ASTM C29 (Standard Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate), iniciamos pesando el recipiente para luego restar los valores cuando lo llenamos con el material.



Fotografía 20: Se inicio por el Peso unitario suelto del agregado fino, llenando recipiente con la pala en caída libre a una altura de 5cm.



Fotografía 21: Se lleno el recipiente hasta colmar totalmente el molde.



Fotografía 22: El material excedente que desborda el recipiente lo enrazamos con una varilla y se limpió los bordes con una brocha pequeña.



Fotografía 23: Se observa como quedo el recipiente lleno completamente y limpio el borde listo para llevarlo a pesar en la balanza.



Fotografía 24: Se llevo el recipiente a la balanza y se tomó nota del peso.



Fotografía 25: Con la otra parte del cuarteo llenamos nuevamente el recipiente, pero para esta vez obtener el Peso Unitario Compactado.



Fotografía 26: Similar al Peso unitario suelto, se procedió a llenar el recipiente echando el material en caída libre pero esta vez en tres partes.



Fotografía 27: una vez llenado el primer tercio se procedió a chucear con una varilla lisa de 5/8" por 25 veces de manera helicoidal y haciendo presión.



Fotografía 28: Una vez terminado la primera parte se llenó la segunda parte, para nuevamente realizar el mismo procedimiento.



Fotografía 29: Se lleno hasta los 2/3 del recipiente y nuevamente se realizo el chuceo para compactar el material.



Fotografía 30: Por último, se procedió a llenar lo restante hasta completar el recipiente.



Fotografía 31: Se chuceo la última parte por 25 veces.



Fotografía 32: Por último, se enraza el recipiente para eliminar el material excedente.



Fotografía 33: En la fotografía se observa el recipiente completamente lleno y al ras, libre de material excedente.



Fotografía 34: Se llevo a la balanza y se tomó nota del peso unitario compactado.



Fotografía 35: Para realizar los ensayos para el peso específico y absorción de agregados finos tomamos la muestra del cuarteo realizado y lo pesamos, lo cual nos basamos a la norma ASTM C128



Fotografía 36: Primero se realizó el ensayo con un molde cónico.



Fotografía 37: Luego fue apisonando 25 veces con ayuda de un pisón, el cual se deja caer a una altura de 5 cm



Fotografía 38: Una vez apisonado se retira cuidadosamente el molde para verificar que cumpla con las 3S.



Fotografía 39: En la fotografía se observa que el material cumple con las SSS.



Fotografía 40: Pesamos 500 gr de la muestra para ser llenado en el matraz.



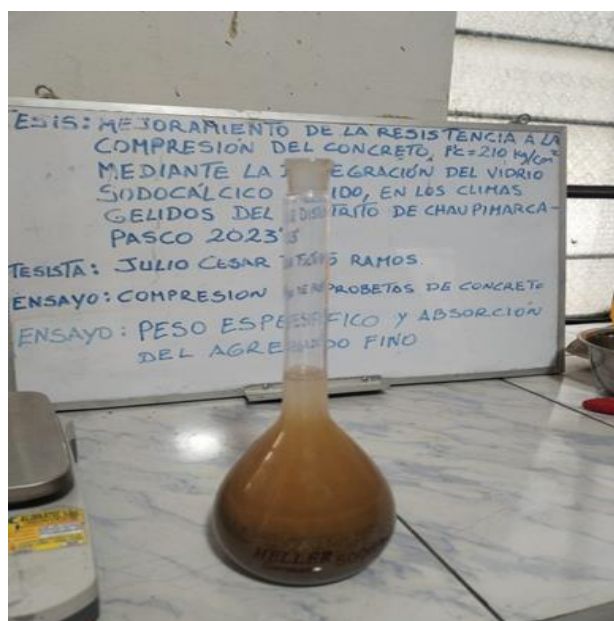
Fotografía 41: Se observa que ya se llenó el material en el matraz y es llenado con agua.



Fotografía 42: Se lleno de agua hasta cubrir el 90% de su capacidad.



Fotografía 43: Se realizó movimientos giratorios por aproximadamente 30 minutos con la finalidad que expulse las burbujas de aire atrapado.



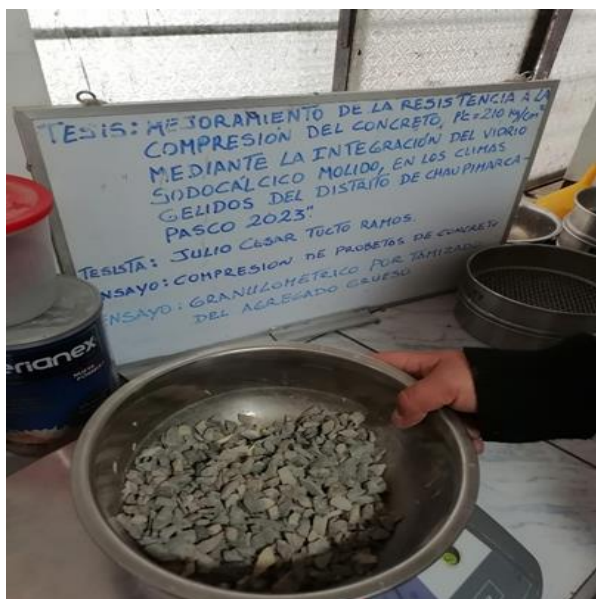
Fotografía 44: Se dejó reposar



Fotografía 45: Para pesarlo se deja reposar hasta que el nivel del agua alcance a la línea calibrada. Finalmente se extrae toda el agua se lleva al horno y por 24 horas y se toma el peso de la muestra.



Fotografía 46: Se saca una muestra del agregado grueso y se realiza el cuarteo.



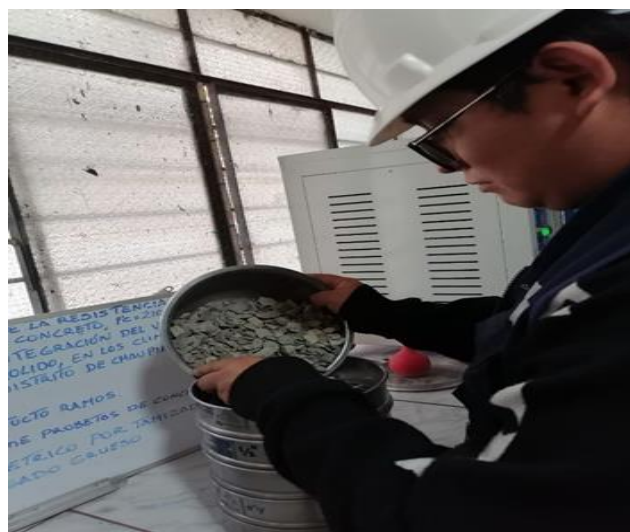
Fotografía 47: Se llevo el agregado grueso a la balanza y se determinó su peso para el ensayo granulométrico y su contenido de humedad de acuerdo a las normas ASTM C136 y ASTM D2216



Fotografía 48: Se llevo el agregado al horno para calcular su contenido de humedad, por 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.



Fotografía 49: Se saca la muestra del horno y se procede a pesar, la diferencia del peso húmedo y el peso seco, determina el contenido de humedad.



Fotografía 50: Para el tamizado se colocó el material o agregado grueso a los tamices mayores al N°4



Fotografía 51: Se realizó un zarandeo por un breve tiempo hasta que todo el material pase a través de las mallas inferiores.



Fotografía 52: Se procedió a pesar lo retenido en cada tamiz.



Fotografía 53: Se tomó nota del peso de lo retenido en cada uno de los tamices.



Fotografía 54: Terminando el tamizado se procedió a realizar los ensayos de Peso unitario suelto y compactado para el agregado grueso.



Fotografía 55: Se lleno todo el recipiente con apoyo de la pala y dejándolo caer a una altura de 5cm, para luego enrazarlo y quede sin exceso de material, y así finalmente llevarlo a pesar en la balanza.



Fotografía 56: Para el Peso unitario compactado se realizó en 3 capas, chuceando cada capa con 25 golpes.



Fotografía 57: Al llenar el recipiente se enraza eliminando el material excedente.



Fotografía 58: Se llevo el recipiente totalmente lleno a la balanza para determinar su peso unitario compactado.



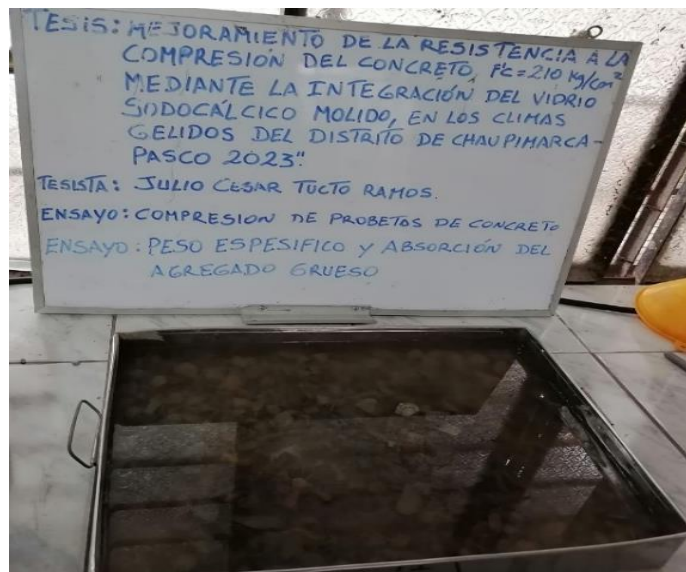
Fotografía 59: Para el peso específico y absorción del agregado grueso, nos basamos a la norma ASTM C127, se realiza el cuarto y se toma las dos partes diagonales.



Fotografía 60: Se llevo a la balanza y se toma una muestra mayor a 2000 gr.



Fotografía 61: Se lavo la muestra y se eliminó todas las impurezas para luego llevarlo al horno por 24 horas.



Fotografía 62: La muestra ya sacada del horno se sumergió en agua por 24 horas.



Fotografía 63: Pasado las 24 horas se retiró de la inmersión y se procedió a secar con una franela, hasta eliminar el agua y se toma el peso de la muestra superficialmente seco.



Fotografía 64: Seguidamente se procedió a calcular el peso sumergido en agua de la muestra saturada, colocándola en una canastilla metálica y sumergiéndola en agua a una Temperatura entre 21° y 25°C. Luego retirarla se lleva nuevamente al horno por 24 horas, se retira dejándolo enfriar y se pesa nuevamente.



Fotografía 65: El procedimiento de preparación de mezcla, vertido y curado de probetas se realizó en el distrito de Chaupimarca – Pasco. Se inicia realizando la mezcla para el tipo patrón, luego de 10%, 15% y 20% de vidrio sodocálico molido en reemplazo



Fotografía 66: Se realizó su prueba de SLUMP para la mezcla con el 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.



Fotografía 67: Se realizó la mezcla con adición del 15% de vidrio en reemplazo del agregado fino.



Fotografía 68: Se realizó su prueba de SLUMP para la mezcla con el 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.



Fotografía 69: Se realizo la mezcla con adición del 20% de vidrio en reemplazo del agregado fino.



Fotografía 70: Se realizo su prueba de SLUMP para la mezcla con el 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.



Fotografía 71: Se realizo su prueba de SLUMP para la mezcla tipo patrón.



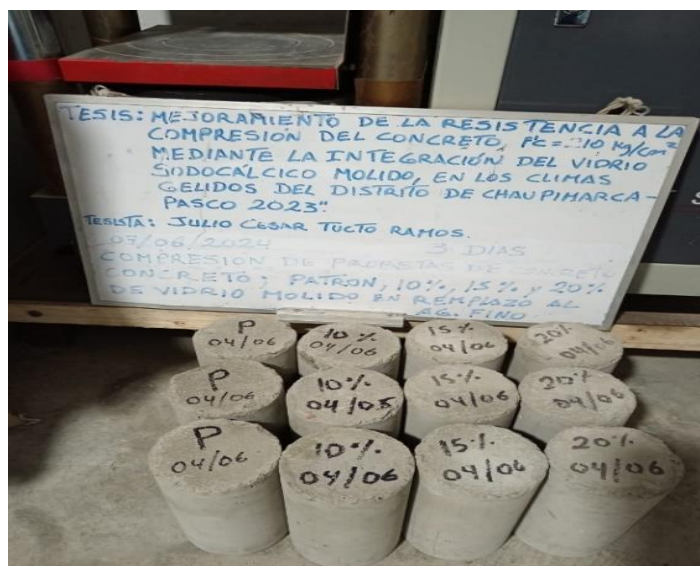
Fotografía 72: Se utilizó probetas de 4"x8" para todas las muestras, el vertido se realiza en 3 capas, se llena la primera capa y se chucea con una varilla lisa de 5/8" dejando un espacio de 1" entre capa y se golpea unas 10 veces alrededor del molde con un martillo de cabeza de goma de 600 gramos, esto servirá para compactar y liberar las burbujas de aire.



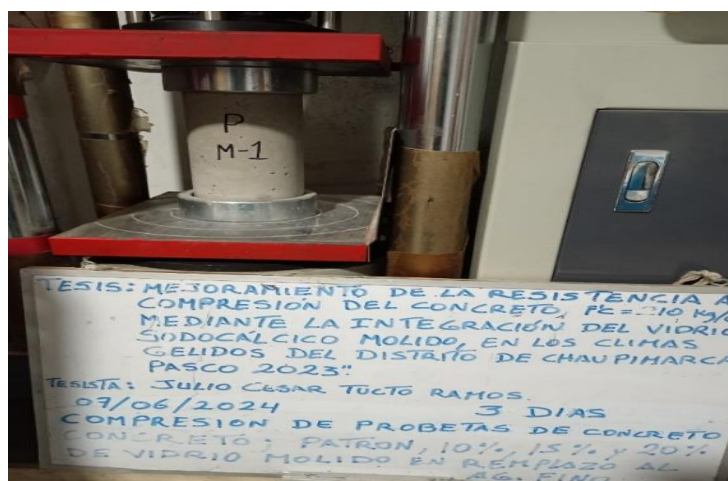
Fotografía 73: Para finalizar se enraza y con la ayuda de una espátula se pasó por la parte superior para obtener una superficie lisa y se rotuló a los costados de los moldes, la Norma utilizada ASTM C31.



Fotografía 74: Para el curado se utilizó una tina como poza de curado.



Fotografía 75: En la fotografía se observa 3 muestras por cada tipo, esto de acuerdo a la norma E060 5.1.6. estas probetas fueron curadas en Chaupimarca y llevadas al laboratorio para su ensayo al esfuerzo a la compresión.



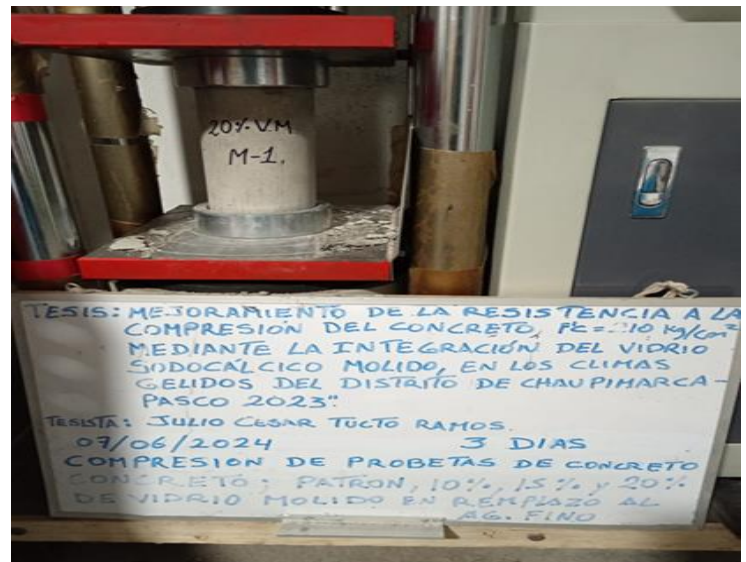
Fotografía 76: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 3 días de edad.



Fotografía 77: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 3 días de edad con el 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.



Fotografía 78: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 3 días de edad con el 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino



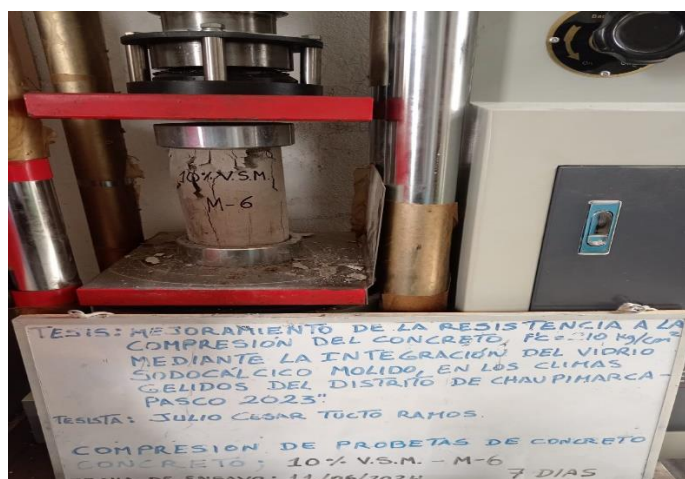
Fotografía 79: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 3 días de edad con el 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino



Fotografía 80: En la fotografía se observa un momento antes de iniciar con las roturas a los 3 días de edad.



Fotografía 81: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 7 días de edad.



Fotografía 82: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 7 días de edad con el 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.



Fotografía 83: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 7 días de edad con el 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino



Fotografía 84: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 7 días de edad con el 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino



Fotografía 85: En la fotografía se observa un momento antes de iniciar con las roturas a los 7 días de edad.



Fotografía 86: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 14 días de edad.



Fotografía 87: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 14 días de edad con el 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.



Fotografía 88: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 14 días de edad con el 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino



Fotografía 89: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 14 días de edad con el 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino



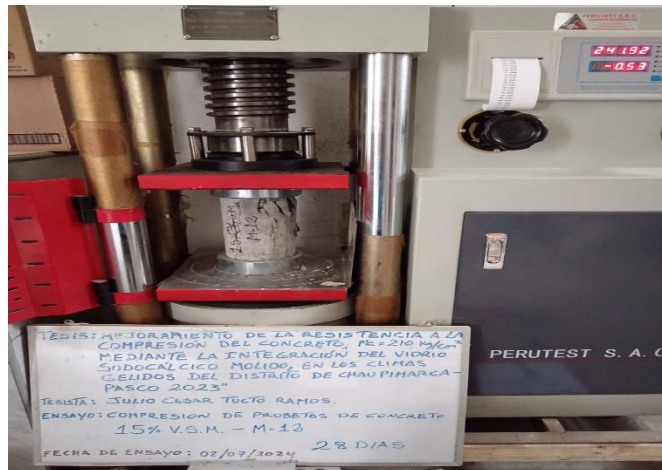
Fotografía 90: En la fotografía se observa un momento antes de iniciar con las roturas a los 14 días de edad.



Fotografía 91: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 28 días de edad.



Fotografía 92: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 28 días de edad con el 10% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino.



Fotografía 93: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 28 días de edad con el 15% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino



Fotografía 94: En la fotografía se observa que se realizó la rotura de las probetas tipo patrón a los 28 días de edad con el 20% de vidrio sodocálcico molido en reemplazo del agregado fino



Fotografía 95: En la fotografía se observa un momento antes de iniciar con las roturas a los 28 días de edad.