

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y
ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM²
CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA
POMEZ EN REEMPLAZO PARCIAL DEL
AGREGADO FINO Y GRUESO, LIMA 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Francois Khushall Jules Reyes Rondon

Asesor:

Mg. Marco Antonio Junior Cerna Vásquez

<https://orcid.org/0000-0002-8259-5444>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	WILDER CALIXTRO CALIXTRO	06803344
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	JORGE CANTA HONORES	10743048
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	JUAN MIGUEL DE LA TORRE OSTOS	09634918
	Nombre y Apellidos	N° DNI

INFORME DE SIMILITUD

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN y ABRASIÓN DE CONCRETO F’C=210 KG/CM2 CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO, LIMA

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.ici.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	2%
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres Julio Cesar y Diovana quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi familia, esposa e hijas por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen de la carrera de Ingeniera Civil, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Privada del Norte – Lima Norte - Olivos, a toda la Facultad de Ingeniería civil, a mis profesores, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda formarme profesionalmente, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Mg. Lic. Marco Antonio Junior, Cerna Vásquez, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO CALIFICADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	17
1.1. Realidad problemática	17
1.2. Formulación del problema	42
1.3. Objetivos	43
1.4. Hipótesis	44
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	46
2.1. Tipo y diseño de investigación	46
2.2. Población y muestra	47
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	49
2.4. Validez	50
2.5. Aspectos éticos	51
2.7. Procedimiento de recolección de datos	52

Procedimiento	53
CAPÍTULO III: RESULTADOS	108
3.1. Resultados del Objetivo Especifico 1	108
3.2. Resultados del Objetivo Especifico 2	114
3.3. Resultados del Objetivo Especifico 3	118
3.4. Resultados del Objetivo Especifico 4	124
3.5. Resultado del Objetivo Especifico 5	130
Inferencia estadística.	134
Del Objetivo específico 3.	134
Objetivo específico 4.	148
Del objetivo específico 5.	161
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	170
Discusión	170
Conclusión	171
REFERENCIAS	174
ANEXOS	179
ANEXO 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	179
ANEXO 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA	180
ANEXO 3. CERTIFICADOS DE LABORATORIO	182

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materias que constituyen el cemento	29
Tabla 2 Propiedades químicas, físicas y mecánicas del agregado de piedra pómez	39
Tabla 3 Muestras para los ensayos de resistencia a la compresión y flexión.....	48
Tabla 4 Jueces para la validación de Fichas de Campo	51
Tabla 5 Resistencia a la compresión requerida	76
Tabla 6 Asentamiento según el tipo de estructuras	76
Tabla 7 Volumen de agua por m ³ para TNM de los agregados.....	77
Tabla 8 Contenido de aire	77
Tabla 9 Relación agua cemento por resistencia para f’cr.....	78
Tabla 10 Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto (b/bo).....	79
Tabla 11 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días	118
Tabla 12 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días	119
Tabla 13 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días	120
Tabla 14 Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días	124
Tabla 15 Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 14 días	125
Tabla 16 Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días	126
Tabla 17 Resultados de resistencia a la abrasión a 7 días de secado.....	130
Tabla 18 Resultados de resistencia a la abrasión a 14 días de secado.....	131
Tabla 19 Resultados de resistencia a la abrasión a 28 días de secado.....	132
Tabla 20 Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm ² a los 7 días de secado	135
Tabla 21 Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm ² a los 14 días de secado	135
Tabla 22 Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm ² a los 28 días de secado	135

Tabla 23 Resultados de la prueba de normalidad de la resistencia a la compresión del concreto f^c 210 kg/cm ² a los 7, 14 y 28 días de secado.	137
Tabla 24 Valores de coeficiente “R”	138
Tabla 25 Regresión lineal de los esfuerzos obtenidos de la resistencia a la compresión del diseño patrón a los 7, 14 y 28 días de secado.	139
Tabla 26 Regresión lineal de los esfuerzos obtenidos de la resistencia a la compresión del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.	140
Tabla 27 Regresión lineal de los esfuerzos obtenidos de la resistencia a la compresión del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.	142
Tabla 28 Regresión lineal de los esfuerzos obtenidos de la resistencia a la compresión del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.	143
Tabla 29 Resultados de la prueba de ANOVA a los diseños patrón, 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% piedra pómez para los resultados de la resistencia a la compresión.....	146
Tabla 30 Tabla de valores DUNCAN para las medias de resistencias a la compresión de los diseños patrón, 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% piedra pómez.	147
Tabla 31 Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la flexión del concreto f^c 210 kg/cm ² a los 7 días de secado	148
Tabla 32 Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la flexión del concreto f^c 210 kg/cm ² a los 14 días de secado	149
Tabla 33 Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la flexión del concreto f^c 210 kg/cm ² a los 28 días de secado	149
Tabla 34 Resultados de la prueba de normalidad de la resistencia a la flexión del concreto f^c 210 kg/cm ² a los 7, 14 y 28 días de secado.	150
Tabla 35 Valores de coeficiente “R”	152
Tabla 36 Regresión lineal de los módulos de rotura obtenidos de la resistencia a la flexión del diseño patrón a los 7, 14 y 28 días de secado.	153
Tabla 37 Regresión lineal de los módulos de rotura obtenidos del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.....	154
Tabla 38 Regresión lineal de los módulos de rotura del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.....	156

Tabla 39 Regresión lineal de los módulos de rotura del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.....	157
Tabla 40.....	159
Tabla 41 Tabla de valores DUNCAN para las medias de resistencias a la flexión de los diseños patrón, 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% de piedra pómez.....	160
Tabla 42 Datos del laboratorio de los porcentajes de abrasión para las diferentes edades de curado.	163
Tabla 43 Prueba de Normalidad.....	164
Tabla 44 Prueba de homogeneidad de varianzas.....	165
Tabla 45 Prueba de ANOVA de un factor	166
Tabla 46 Prueba de Post hoc de Tukey	167

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Límites permisibles para la calidad del agua	33
Figura 2. Formulación de un vidrio soda - cal (valores típicos).....	35
Figura 3. Piedra Pómez	38
Figura 4. Flujograma del procedimiento de recolección de datos.....	52
Figura 5. Tamizado del vidrio molido.....	54
Figura 6. Pesado del vidrio molido	54
Figura 7. Piedra pómez.....	55
Figura 8. Pesado de la piedra pómez.....	55
Figura 9. Cuarteo y seleccionado de agregado fino	57
Figura 10. Cuarteo y seleccionado de agregado grueso	57
Figura 11. Selección y lavado del agregado fino para ensayo de humedad.	59
Figura 12. Secado del agregado fino en el horno.	59
Figura 13. Selección y lavado del agregado grueso para ensayo de humedad.....	60
Figura 14. Secado del agregado grueso en el horno.....	61
Figura 15. Huso 8 y 67	62
Figura 16. Llenado y tamizado del agregado grueso.....	63
Figura 17. Peso del agregado grueso obtenido.....	63
Figura 18. Límites granulométricos del agregado fino	64
Figura 19. Llenado y tamizado del agregado fino.....	65
Figura 20. Peso del agregado fino obtenido	65
Figura 21. Llenado y enrasado del agregado fino suelto.....	67
Figura 22. Llenado y enrasado del agregado grueso suelto.....	67
Figura 23. Llenado y compactado del agregado fino	69
Figura 24. Enrasado y pesado del agregado fino compactado	69
Figura 25. Llenado y compactado del agregado grueso	70

Figura 26. Enrasado y pesado del agregado grueso compactado	70
Figura 27. Procedimiento para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino	73
Figura 28. Procedimiento para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino	73
Figura 29. Procedimiento para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino	74
Figura 30. Procedimiento para determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso .	74
Figura 31. Pesado del agregado grueso y fino.....	81
Figura 32. Pesado del cemento y el agua	81
Figura 33. Pesado de la piedra pómez y vidrio molido	82
Figura 34. Preparación de la mezcla se añadió agregado grueso y fino.....	83
Figura 35. Preparación de la mezcla se añadió cemento y vidrio molido	83
Figura 36. Preparación de la mezcla se añadió piedra pómez y el agua.....	83
Figura 37. Prueba del Slump, llenado y compactado del cono	85
Figura 38. Prueba del Slump, enrasado y medición del asentamiento	85
Figura 39. Prueba de contenido de aire	87
Figura 40. Elaboración de probetas cilíndricas	88
Figura 41. Elaboración de probetas prismáticas.....	88
Figura 42. Elaboración de probetas cilíndricas y prismáticas	89
Figura 43. Proceso de curado de los especímenes.....	89
Figura 44. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 7 días	91
Figura 45. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 7 días	92
Figura 46. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 14 días	92
Figura 47. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 14 días	93
Figura 48. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 28 días	93
Figura 49. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 28 días	94
Figura 50. Ensayo de la resistencia a la flexión a los 7 días	98
Figura 51. Ensayo de la resistencia a la flexión a los 7 días	98
Figura 52. Ensayo de la resistencia a la flexión a los 14 días	99
Figura 53. Ensayo de la resistencia a la flexión a los 14 días	99

Figura 54. Ensayo de la resistencia a la flexión a los 28 días	100
Figura 55. Ensayo de la resistencia a la flexión a los 28 días	100
Figura 56. Ensayo Experimental de Abrasión.....	106
Figura 57. Ensayo Experimental de Abrasión.....	106
Figura 58. Ensayo Experimental de Abrasión.....	107
Figura 59. Análisis granulométrico del agregado fino ASTM C33/C33M - 18.....	108
Figura 60. Curva granulométrica del agregado fino ASTM C33/C33M - 18	109
Figura 61. Análisis granulométrico del agregado grueso ASTM C33/C33M - 18.....	110
Figura 62. Curva granulométrica del agregado grueso ASTM C33/C33M - 18	111
Figura 63. Características físicas del agregado fino.....	112
Figura 64. Características físicas del agregado grueso.....	113
Figura 65. Diseño de mezcla del concreto f’c 210 kg/cm ² Patrón.....	114
Figura 66. Diseño de mezcla del concreto f’c 210 kg/cm ² + de 4% de vidrio molido y 4% de piedra pómez.	115
Figura 67. Diseño de mezcla del concreto f’c 210 kg/cm ² + de 7% de vidrio molido y 7% de piedra pómez.	116
Figura 68. Diseño de mezcla del concreto f’c 210 kg/cm ² + de 10% de vidrio molido y 10% de piedra pómez.	117
Figura 69. Esfuerzos obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días...	122
Figura 70. Esfuerzos obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días	128
Figura 71. Resistencia a la abrasión de acuerdo al diseño y a los 7, 14 y 28 días de secado	133
Figura 72. Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño patrón.....	139
Figura 73. Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez.	141
Figura 74. Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez.	142
Figura 75. Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez.	144
Figura 81.	153

Figura 77. Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez.
..... 155

Figura 78. Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez.
..... 156

Figura 79. Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez.
..... 158

RESUMEN

La presente investigación tuvo como uno de sus principales objetivos el poder determinar cuánto resiste un diseño f'c 210 kg/cm² patrón a la compresión, flexión y abrasión del concreto y el concreto modificado adicionando vidrio molido y piedra pómez al sustituirlo por los agregados grueso y fino, Lima, el proyecto es de tipo aplicada, diseño cuasi-experimental y el enfoque es cuantitativo el muestreo es no probabilístico a conveniencia, en el siguiente proyecto de investigación se obtuvieron los posteriores resultados; se obtuvo el diseño de mezcla adecuado para los ensayos de compresión a los testigos de concreto, flexión y a su vez el ensayo de abrasión, dicho diseño fue el de adición del 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez. Del ensayo de resistencia a la compresión el de mejor comportamiento es el de 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez con 233 kg/cm². De la resistencia a la flexión el de mejor comportamiento es el de adición del 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez con 50 kg/cm². De la resistencia a la abrasión el de mejor comportamiento es el de adición del 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez con 20% de resistencia. Por lo tanto, se concluye estadísticamente en cuanto a las evidencias obtenidas, así como también un grado de significancia del 5% que al adicionar el 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez aumenta significativamente la resistencia a la compresión, flexión y abrasión del concreto f'c 210 kg/cm², mientras que con los porcentajes del 7% y 10% el aumento de las medias de las resistencias no es significativo, es decir son similares o menores al diseño patrón.

PALABRAS CLAVES: Resistencia a la compresión, flexión, abrasión, vidrio molido, piedra pómez y concreto f'c 210kg/cm²

ABSTRACT

The present investigation had as one of its main objectives to be able to determine how much a design f’c 210 kg/cm² standard resists to compression, bending and abrasion of concrete and modified concrete by adding ground glass and pumice stone when replacing it with coarse aggregates and fino, Lima 2022, the project is of an applied type, quasi-experimental design and the approach is quantitative, the sampling is non-probabilistic at convenience, in the following research project the subsequent results were obtained; The appropriate mix design was obtained for the compression tests on the concrete samples, flexion and in turn the abrasion test, said design was the addition of 4% ground glass + 4% pumice stone. From the compressive strength test, the one with the best behavior is that of 4% ground glass + 4% pumice stone with 233 kg/cm². Regarding the resistance to flexion, the one with the best behavior is the addition of 4% ground glass + 4% pumice stone with 50 kg/cm². Regarding abrasion resistance, the one with the best behavior is the addition of 4% ground glass + 4% pumice stone with 20% resistance. Therefore, it is concluded statistically in terms of the evidence obtained, as well as a degree of significance of 5% that adding 4% ground glass + 4% pumice stone significantly increases the resistance to compression, flexion and abrasion of the concrete f’c 210 kg/cm², while with the percentages of 7% and 10% the increase in the mean resistances is not significant, that is, they are similar to or less than the standard design.

KEY WORDS: Resistance to compression, flexion, abrasion, ground glass, pumice stone and concrete f’c 210kg/cm²

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad, es de preocupación mundial los altos rangos e índices de contaminación ambiental, ya que las emisiones de gases contaminantes son cada vez mayores, además el sector de la construcción no es ajeno a ello, ya que el material principal empleado que es el cemento para la elaboración del concreto y mortero es contaminante y pese a ello es producido en grandes cantidades a nivel mundial. Además, la importancia del concreto en los proyectos de infraestructura radica en su versatilidad, desarrollo de tecnologías, usos y aplicaciones.

Actualmente, es el material de construcción más ampliamente utilizado en el mundo con una producción mundial cercana a los 13,000 millones de m³ por año (Quispe Cruz, 2015, págs. 15-17)

Con el pasar de los tiempos, el mundo fue evolucionando y por ende las nuevas tecnologías fueron incrementando y descubriendo nuevos métodos viables para la construcción sin perjudicar el ecosistema, se logró que el hombre realice investigaciones con el fin de poder crear un sistema innovador capaz de cubrir todos los parámetros establecidos en la construcción para que un proyecto sea económico, duradero y lo más importante de buena calidad. Hoy en día si se habla de una conexión entre el mundo de la construcción y el ecosistema, salen a la luz varios factores y metodologías aplicadas a la construcción, dentro de ella adicionar cenizas al concreto con el fin de poder incrementar su resistencia, dentro de dichas cenizas se encuentran las de madera, eucalipto, carbón, cascara de arroz, etc., que pueden ser reutilizados como un método de reciclaje, pero también, existen otras adiciones como por ejemplo las fibras naturales que dicho sea de paso son más

accesibles y económicas puesto que la flora en la selva y la sierra peruana es abundante (Calle Zelaya, 2018, págs. 2-5).

En el área de la construcción, se ha incrementado un sinnúmero de métodos novedosos en cuanto al uso de materiales reciclados o que puedan ser utilizados en la sustitución de los agregados naturales e incluso hasta del mismo cemento según el diseño, dosificación y resistencia del concreto a emplear, emitiendo de esta forma un impacto positivo en el tema ambiental, lo que conlleva a que se genere un impulso para realizar distintos tipos de investigaciones y así analizar el uso para disminuir, aumentar o sustituir los tipos de materiales estandarizados en las plantas concretoras o fabricas cementeras. (Cavazos Garza, 2017, págs. 10-15), siendo estos materiales la vidrio molido y piedra pómez.

Estos acontecimientos se deben solucionar aplicando los conocimientos ingenieriles en la construcción que permitan a los ciudadanos una vivienda digna, con sistemas constructivos eficientes y económicos.

La albañilería armada está compuesta por la cimentación, muros, vigas y losas de techo. La diferencia principalmente del sistema confinado es en el armado de los muros ya que el refuerzo horizontal y vertical se aloja en el interior de los muros, estos a su vez están compuesto por bloques asentados con mortero (Loayza Velazco & Argüelles Trujillo, 2020, págs. 15-20).

Con el pasar de los tiempos, el mundo fue evolucionando y por ende las nuevas tecnologías fueron incrementando y descubriendo nuevos métodos viables para la construcción sin perjudicar el ecosistema, se logró que el hombre realice investigaciones con el fin de poder crear un sistema innovador capaz de cubrir todos los parámetros establecidos en la construcción para que un proyecto sea económico, duradero y lo más importante de buena calidad. Hoy en día si se habla

de una conexión entre el mundo de la construcción y el ecosistema, salen a la luz varios factores y metodologías aplicadas a la construcción, dentro de ella adicionar cenizas al concreto con el fin de poder incrementar su resistencia, dentro de dichas cenizas se encuentran las de madera, eucalipto, carbón, cascara de arroz, etc., que pueden ser reutilizados como un método de reciclaje, pero también, existen otras adiciones como por ejemplo las fibras naturales que dicho sea de paso son más accesibles y económicas puesto que la flora en la selva y la sierra peruana es abundante (Ramírez Gallardo, 2018, pág. 19).

Para un mayor explicación y dinámica en el proyecto de investigación, se hará mención de los antecedentes que nos ayudaron con la información, dentro de los internacionales, tenemos:

Según Pérez & Vera, (2021) en su artículo científico “Resistencia a compresión de concreto con escoria de horno de arco eléctrico y vidrio molido reciclado en reemplazo del agregado grueso y fino”, en la presente investigación se buscó validar el uso de desechos industriales generados en el departamento de Boyacá- Colombia, dentro de la producción de concretos para la construcción de pavimentos rígidos. La investigación siguió varias etapas, comenzando con la caracterización física, química y mecánica de los materiales y el diseño de la mezcla patrón siguiendo la metodología ACI 211. Posteriormente se reemplazó la grava por el material de escoria obtenida de los hornos eléctricos de arco (EAFS) en los porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100%, y la arena por vidrio molido reciclado (VMR) en los porcentajes de 20%, 30% y 40. Según comparaciones múltiples, se encuentra que las mezclas con reemplazo del 75% de grava por EAFS presentan el mayor valor en la media de resistencia a la compresión a diferentes edades. De igual forma, en el gráfico de efectos principales, estas mezclas

presentan el mayor valor promedio de resistencia. La prueba de hipótesis concluye que el valor medio de la resistencia a la compresión con una sustitución del 75% de grava por EAFS es superior a los especificados para el hormigón convencional en cada edad y se elige como nivel óptimo de sustitución.

De acuerdo con Segura, Sigüenza, Solar & Zamora, (2022) en su artículo científico: “Efecto del uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto”, en la presente investigación se realizó un análisis de los efectos al emplear el uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto. Para ello se analiza una muestra de 50 probetas de hormigón preparado con diferentes porcentajes de vidrio reciclado agregado, el cual ha sido activado mecánicamente por proceso de molienda a un tamaño de partícula de 74 μm , valor alcanzado muy cercano al tamaño de partícula del cemento 40 μm . Los resultados obtenidos muestran que el polvo de vidrio reciclado ha sido capaz de sustituir satisfactoriamente al cemento en porcentajes de 25 y 50 % en mezclas de concreto. Considerando que el polvo de vidrio reciclado de 74 μm , ha logrado sustituir al cemento Portland de 40 μm , estaríamos ante un material que se obtuvo a partir de residuos, a relativas bajos tiempos de trituración que el cemento, ello implica una contribución hacia un bajo costo y menor contaminación. Del nivel de sustitución los mejores resultados para las resistencias en compresión obtenidas son: 25 % para el polvo de vidrio reciclado (266.50 kg/cm²) y 25% para el vidrio reciclado particulado (235.60 kg/cm²), en sustitución del cemento y agregado respectivamente, frente al concreto control de 217.50 kg/cm². La inclusión de vidrio reciclado en diseño de mezcla de concreto ha sido óptima en los diferentes niveles de sustitución y porcentajes.

Basándonos en Columbie, Crespo, Rodríguez & Gonzales (2020) en su artículo científico: “Evaluación del uso de vidrio reciclado en la producción de

hormigones cubanos”, en la presente se utilizó vidrio reciclado para sustituir los agregados finos y a su vez el cemento mismo para la elaboración de mezclas de hormigón. Este artículo reporta el resultado, a escala de laboratorio, de la sustitución del árido fino y del cemento por vidrio molido en dosificaciones de 25 %, 50 % y 100 % para la primera y de 10 %, 20 % y 30 % para el segundo. Las mezclas obtenidas se compararon con un patrón en cuanto a consistencia y resistencia a la compresión. Los diseños de mezcla en estado fresco mostraron una mejora positiva directamente proporcional de la consistencia con el porcentaje de reemplazo de la arena, mientras que para el cemento ocurrió lo contrario, sin embargo, todas mantuvieron una consistencia apta para el uso. En el intervalo desde los 7 hasta los 28 días calendario que es lo requerido en las mezclas para la resistencia a la compresión se presentó un incremento gradualmente, obteniéndose en las muestras M1, M4 y M5 valores que sobrepasan el de la muestra patrón. Los resultados avalan a escala de laboratorio la factibilidad de reemplazar por vidrio molido el 25 % de la arena y hasta el 20 % del cemento, sin que se afecte la resistencia a la compresión normada (25-35 MPa) para el hormigón tradicional.

Según Gallegos, (2015) en su investigación titulada “diseño de la mezcla de hormigón alivianado usando piedra pómez de Latacunga. Aplicación a la fabricación de paneles prefabricados no estructurales” En el presente proyecto se presenta información obtenida sobre la elaboración de paneles no estructurales livianos, los que podrán ser utilizados a nivel nacional disminuyendo el peso general de la mampostería esto implica que al momento de realizar construcciones los elementos estructurales como: losas, vigas, columnas y fundaciones sean de menor dimensión, logrando un menor costo. El procedimiento de este proyecto consiste en encontrar una dosificación de hormigón liviano utilizando agregados

livianos de origen volcánico como es la piedra pómez (chasquiblanco, obtenido en la provincia de cotopaxi sector lasso), y arena obtenida en la provincia de pichincha sector píntag. La caracterización de cada material utilizado para la dosificación del hormigón, así como el curado cilindros se realizó en el laboratorio de la universidad de las fuerzas armadas ESPE, cuyas resistencias, fluctuaban entre los 60kg/cm² hasta 180kg/cm². el hormigón liviano debido a sus densidades bajas presentan distintos tipos de propiedades tales como resistencia al fuego, aislamiento térmico y también acústico, todo esto siendo físico. Obteniendo un aumento significativo en cuanto a lo convencional del hormigón de peso normal, utilizando además 10s materiales que ofrece la localidad. Otra ventaja importante es la reducción de tiempo en construcción por lo tanto hay un menor costo.

De acuerdo con Cañarte G. (2016) en su investigación titulada “Estudio de aumento de resistencia a la compresión del hormigón liviano con piedra pómez como solución estructural”. El presente trabajo de investigación documentó el proceso de análisis de las propiedades físicas y mecánicas de la piedra pómez en un ambiente controlado, así como estudio de aumento de resistencia a la compresión del hormigón liviano con piedra pómez. Se justifica porque aporta con conocimiento sobre aumento de resistencia de hormigón liviano estructural con piedra pómez; es factible porque se puede analizar y registrar las características de la piedra pómez en el laboratorio ruffilli de la universidad de Guayaquil. Tiene como objetivo: el estudio de aumento de resistencia a la compresión, durabilidad de hormigón liviano con piedra pómez de dimensiones 4,76 mm y 9,51 mm como solución estructural y económica de la construcción edilicia. La investigación se realizó mediante la modalidad cuantitativa cualitativa, el tipo fue exploratoria descriptiva, la selección de la población y muestra se realizó mediante la

característica de no probabilística intencional; en la propuesta se ejecutaron los ensayos a la compresión para determinar su resistencia de tipo estructural del hormigón liviano con piedra pómez.

Asimismo, para los antecedentes nacionales:

De acuerdo con Baquero, Guiza & García, (2019) en su artículo científico: “Estudio exploratorio de arcilla expandida y piedra pómez como agregados en la producción de concretos ligeros”, en dicha investigación se realizó con el objetivo de implementar materiales como la arcilla expandida (también conocida como arlita) y piedra pómez como sustitución total de los materiales convencionales utilizados en la producción de concreto. Los diseños de mezclas fueron desarrollados con arcilla expandida y piedra pómez totalmente saturados y sin saturar. La mezcla consistió de cemento, agua, piedra pómez y arcilla expandida; en algunos casos se emplearon aditivos como fibras de polipropileno, humo de sílice y superplastificante; estos últimos se utilizaron para estudiar el cambio positivo en la resistencia a la flexión y compresión del concreto. Por este motivo se llevó a cabo la elaboración cilindros, viguetas y paneles; se obtuvieron densidades de 1300 a 1500 Kg/m³ y resistencias a la compresión de 13 a 18 MPa. Acompañados por ensayos de densidad de equilibrio para concretos ligeros, porcentaje de vacíos, absorción capilar y microscopia electrónica de barrido (SEM); con el fin de identificar algunas propiedades de los agregados y el concreto. De esta manera se puede demostrar que la arcilla expandida y la piedra pómez pueden considerarse como una alternativa a los agregados comunes en la producción de concreto.

En base a lo mencionado por Huamani M. (2018) en su investigación titulada: “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto liviano no estructural con piedra pómez de la cantera de raqchi, elaborados con agregados

finos de las canteras cunyac y vicho”; la presente investigación tuvo por objeto analizar las propiedades físico mecánicas de un concreto liviano no estructural al reemplazar el agregado grueso de un concreto por piedra pómez proveniente de la cantera de raqchi y con agregado fino de vicho y cunyac. La presente investigación tuvo como punto base las muestras realizadas a base de concreto con forma cilíndrica, elaboradas con agregados de la cantera vicho y cunyac, así como el cemento de tipo I marca yura, de la ciudad del cusco; para el diseño y dosificación de la mezcla de convencional y con piedra pómez se realizó mediante el método ACI 211.1. Estas muestras se conforman por los elementos cilíndricos elaborados de concreto, los cuales fueron ensayados en los límites en el que se encuentra un concreto no estructural f’c. 140kg/cm², f’c. 150kg/cm², f’c. 160kg/cm² y f’c. 175kg/cm² y un concreto convencional elaborado con cemento portland IP de la marca yura, posteriormente se ensayaron los especímenes a los 7, 14 y 28 días de edad, obteniéndose como principales conclusiones que se presenta una variación del peso específico entre un concreto convencional y un concreto liviano no estructural de un 25.24% de reducción, en la absorción se observó una variación del 2.01% de un agregado convencional frente al 16% de un agregado volcánico poroso.

De acuerdo con Montalvo & Solís en su artículo científico “Fabricación de concreto normal empleando piedra pómez como sustituyente del cemento”, en dicha investigación se incorporó a sus componentes partículas de la Piedra Pómez molida para mejorar sus propiedades mecánicas y químicas del concreto. Así también como concreto hecho a bases de sus componentes comunes, para así poder hacer una comparación de los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión. Para cumplir con este objetivo es necesario moler y dejar en polvo la

denominada Piedra Pómez, la cual se caracteriza por tener propiedades puzolánicas. Una vez obtenida la piedra, y después de molida, se procederá a tamizar, llegando a pasar a través del tamiz N° 200, y así asegurar que la piedra cumpla con las exigencias para la realización de este proyecto. El proceso consistió en quitar porcentajes de cemento (10%, 20%, 30%, 40%) y reemplazarlo con puzolana (Piedra Pómez molida), y comparar su Resistencia a la Compresión con Concreto elaborado con 100% de cemento. Se elaboró 8 probetas por cada edad de rotura y por cada porcentaje estimado, obteniendo así valores que se acercan a resultados más óptimos. Se fabricó 105 probetas con porcentaje de puzolana y sin puzolana, las cuales fueron ensayadas y comparadas a los 7, 14 y 28 días de curado. El esfuerzo de compresión promedio a los 7 días para los ensayos con 10% de piedra pómez nos arroja un concreto que supera al concreto patrón, siendo un concreto de alta resistencia inicial. El promedio de resistencias de compresión a los 28 días para los ensayos con 10% y 20% de piedra pómez da como resultado, concretos óptimos, si lo comparamos con el concreto patrón (95.93% y 87.24% respectivamente) y comparándolo con la resistencia de diseño f^c=210 kg/cm²: 108.86% y 99.00% respectivamente. 3. Realizando la comparación del concreto elaborado con 10% y 20% de piedra pómez, el concreto elaborado con menos porcentaje de sustitución es el que genera datos más óptimos, obteniendo una mayor resistencia a la compresión.

Basándonos en Valencia, Gonzales & Arbeláez, (2019) en su artículo científico: “Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con microesferas de vidrio y residuos de llantas”, en la presente se evaluó el efecto combinado de residuos de llantas y microesferas como sustitutos de la materia prima utilizada en la elaboración convencional de concretos. Se diseñaron y

prepararon mezclas de concreto tradicional, con modificaciones del 15% en masa de los agregados finos con relaciones de residuos de llantas, microesferas de vidrio de 0:1, 1:1, 1:3, 3:1 y 1:0. A partir de las mezclas preparadas se elaboraron especímenes cilíndricos de 150 mm x 300 mm. La evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de los especímenes cilíndricos mostró que los materiales con mayor contenido de residuos de llantas presentaron una menor densidad, mientras que los de mayor contenido de microesferas presentaron la mayor resistencia a la compresión; de hecho, las mezclas 0:1 y 1:3 presentaron resistencias a la compresión de 22.4 y 19.1 MPa, respectivamente. Los resultados encontrados muestran que la adición conjunta de microesferas y residuos de llantas presentan un efecto sinérgico combinado entre los dos materiales con potencial uso en la industria de la construcción, en reemplazo de los materiales tradicionales utilizados en la elaboración de concretos, en particular, se espera que el uso de estos materiales se convierta en una alternativa para la utilización de estos residuos, los cuales no cuentan actualmente con un plan de disposición.

Según Tantaquilla, (2017) en su investigación titulada “Influencia de piedra pómez sobre asentamiento, densidad, absorción y resistencia a compresión en concreto liviano estructural”, la investigación se enfocó en la obtención de Concretos livianos estructurales compuesto por un agregado liviano natural como la piedra pómez. Para lograr tal fin se procedió a realizar una mezcla patrón de concreto convencional con agregados naturales de las canteras existentes en Huanchaco - Trujillo y otro concreto liviano con el uso de piedra en los siguientes porcentajes 20%, 40%, 60%, 80% y 100%. Asimismo, se utilizó el cemento portland Tipo ICo y un aditivo superplastificante EUCO 37 al 1% del contenido del cemento. Tanto a los agregados livianos y convencionales, se les realizaron los

ensayos de caracterización bajo las Normas ASTM, los cuales fueron requeridos para efectuar los diseños de mezcla de concreto bajo la norma ACI 211. Se conformaron probetas de 100 x 200 mm (4 x 8 in) de acuerdo a la norma ASTM C192. Se utilizó 4 réplicas por cada variable para obtener una confiabilidad del 95 %. La resistencia a la compresión se realizó de acuerdo a la ASTM C39, la densidad bajo la ASTM C642 y ASTM C567, en cuanto al asentamiento se desarrolló de acuerdo a la ASTM C143. En el caso del concreto convencional, se estudiaron mezclas de concreto con relación a/c de 0.583 para una resistencia de 210 kg/cm², obteniendo resistencias a la compresión promedio de 296 kg/cm² a los 28 días de curado y 323 kg/cm² a los 56 días de curado, la densidad promedio de 2263 kg/m³ y un asentamiento de 7.55“. Además, un costo de S/. 236.60 por m³. Por otro lado, el reemplazo óptimo del agregado grueso por piedra pómez se encuentra en el rango de 20% a 60% en volumen, obteniendo valores de resistencia a compresión de 276 kg/cm² a 233 kg/cm² a 28 días de curado y 303 kg/cm² a 259 kg/cm² a 56 días de curado. Asimismo, un asentamiento de 6.4” a 4” y una densidad de equilibrio de 2150 kg/m³ a 1918 kg/m³. Además, un costo de producción de S/. 238.02 a S/. 240.84 por m³. En cuanto al agregado fino el reemplazo óptimo puede ser en hasta un 100%, obteniendo un valor de resistencia a compresión de 222 kg/cm² a 28 días de curado y 238 kg/cm² a 56 días de curado. Asimismo, un asentamiento de 5.2” y una densidad de equilibrio de 1956 kg/m³. Además, un costo de producción de S/. 242.73 por m³.

Como complemento importante de esta investigación, se conceptualizará las siguientes **bases teóricas:**

Concreto

Actualmente en el ámbito de la construcción el concreto es uno de los materiales existentes con mayor demanda debido a la diversidad que este presenta, permitiendo además un ahorro en costos de obra en las diferentes construcciones en las que se aplica dicho material, siendo necesario elaborar métodos que nos permitan obtener un óptimo rendimiento.

Se define la composición del concreto mediante la mezcla de los agregados obtenidos de puntos en cantera y la pasta generada con el material puzolánico y agua, esto forma una masa consistente con la cual se conforma el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial. La calidad del concreto depende de la calidad de la pasta y del agregado y de la unión entre los dos. En un concreto adecuadamente confeccionado, cada y toda partícula de agregado es completamente cubierta por la pasta y todos los espacios entre las partículas de agregados se llenan totalmente con pasta (Mendez Lino & Vargas Ramirez, 2021, pág. 12).

Usos estructurales

La resistencia y la rigidez tienen influencia en los elementos estructurales y estos a su vez cumplen la función principal de resistir todas las cargas vivas y muertas de la edificación y otras fuerzas externas como sismos, vientos, etc.

Los elementos más importantes en la construcción son:

- **Vigas y viguetas:** son comúnmente barras horizontales, que desempeña una función muy importante de transferir el peso a las columnas. Están sometidas generalmente a esfuerzos de flexión.

- **Pilar o columna:** son comúnmente barras apoyadas verticalmente, cuya función esencial es transferir cargas hacia los cimientos. Los principales esfuerzos que soporta son de compresión y pandeo.
- **Cimientos:** soportan principalmente esfuerzos de compresión y son los encargados de resistir y distribuir en el suelo todo el peso de la estructura.
- **Placas:** Son muros de concreto que proporcionan gran rigidez lateral ante movimientos laterales como los sismos (Velarde Rubio, 2017, pág. 22).

Componentes del concreto

Cemento Portland Compuesto Tipo I

Este material es un aglutinante generado en el proceso de fracción del Clinker hasta ser pulverizado, cuya composición es por el silicato cálcico y que incluye regularmente muchas formas de sulfato de calcio con la incorporación en el proceso de la molienda, en otras palabras, el Cemento Portland Tipo I es un porcentaje de Clinker Portland + un porcentaje de yeso se muestra en la Tabla a continuación.

Tabla 1

Materias que constituyen el cemento

Óxido componente	Porcentaje típico	Abreviatura
CaO	58% - 67%	C
SiO ₂	16% - 26%	S
Al ₂ O ₃	4% - 8%	A
Fe ₂ O ₃	2% - 5%	F
SO ₃	0.1% - 2.5%	
MgO	1% - 5%	
K ₂ O y Na ₂ O	0% - 1%	
Mn ₂ O ₃	0% - 3%	
TiO ₂	0% - 0.5%	
P ₂ O ₅	0% - 1.5%	
Pérdida por calcinación	0.5% - 3%	

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP 334.009).

Tipos de Cemento

De acuerdo a sus características y propiedades, el cemento Portland contiene diferentes tipos de aglutinantes para distintas aplicaciones. (Norma Técnica Peruana, 2005)

Los tipos de cemento portland:

Según NTP 334.009, (2005). Los tipos de cementos Portland están clasificados según sus propiedades específicas y son los siguientes:

- Tipo I: es de uso general, donde no se requiera especificaciones especiales o de otro tipo de condiciones. (NTP 334.009 Y ASTM C150-84).
- Tipo II: es de uso general al igual que el tipo I, con excepciones si se requiere una resistencia moderada a los sulfatos. (NTP 334.009 Y ASTM C150-84).
- Tipo III: se utiliza solo si se requiere resistencias iniciales elevados. (NTP 334.009 Y ASTM C150-84).
- Tipo IV: se utiliza solo si se requiere de una hidratación baja. (NTP 334.009 Y ASTM C150-84).
- Tipo V: se utiliza solo si se requiere para una resistencia alta para los sulfatos. (NTP 334.009 Y ASTM C150-84).

“Las particularidades de los tipos de materiales mencionados anteriormente, también cuentan con compuestos adicionales tales como caliza, escorias y materiales puzolánicos, los cuales modifican su comportamiento” (Norma Técnica Peruana, 2005).

Se presenta los tipos de material cementante y porcentajes propuestos:

- Tipo IS: Cemento portland con escoria de altos hornos entre 25% y 70% referido al peso total.

- Tipo ISM: Cemento portland de escoria modificado al que se le ha agregado menos del 25% de escoria.
- Tipo IPM: Cemento portland puzolánico con añadidura de puzolana no mayor al 15% del peso total
- Tipo ICO: Con añadidura de micro-filler calizo (Norma Técnica Peruana, 2005).

Agregados

Se precisa a los agregados del concreto como un conjunto de materiales inertes, también conocidos como áridos de forma granular, cuyo origen puede ser natural y artificial, cuyas dimensiones (granulometría) están en relación de límites establecidos por la Norma Técnica Peruana 400.011 (Mendez Lino & Vargas Ramirez, 2021)

Por su naturaleza

Son aquellos provenientes de las fuentes naturales tales como canteras de distintas rocas madres, depósitos de glaciares que a lo largo de los años llegaron al punto de poder ser utilizados en la producción de este elemento de agregado. (Mendez Lino & Vargas Ramirez, 2021).

Artificiales

Proviene de transformaciones de materiales naturales y que mediante un proceso industrial se emplean en la fabricación química del cemento como Clinker, escorias resistentes a altas temperaturas, ladrillos, etc. Sin embargo, estos tipos de agregados pueden ser más pesados o ligeros que los convencionales (Mendez Lino & Vargas Ramirez, 2021).

Agregado Fino

Este material proviene de la descomposición de manera artificial y en otros casos natural del elemento rocoso, que pasa al tamiz 9.5 mm (3/8”) cumpliendo de esta forma con lo requerido según la NTP 400.037. Se determina que este material debe cumplir al ser pasante por la malla N° .4 de 4.75 mm de diámetro de partícula. Asu vez, también se puede conformar por arena manufacturada o en otros casos natural y posteriormente una combinación de las dos. Cumplirá con lo indicado al mostrar que sus particulares estarán limpias, compactas de perfil angular y con una gran resistencia. (Ruiz Perez, 2021, pág. 37).

Agregado Grueso

El agregado grueso tiene una conformación de distintas rocas, estas pueden ser las sieníticas, graníticas o las dioríticas, también puede ser utilizados los provenientes de las canteras procesadas en chancadoras o grava previamente zarandeada de los yacimientos. Al igual que el material fino, no debe contener un valor similar al 5% de material arcilloso y ni finos y para los de materia orgánica como los carbones no deberá ser más del 1.5%. Es conveniente que su tamaño máximo sea menor que 1/5 de separación entre el acero y el encofrado, más conocido como recubrimiento, 3/4 para el espacio libre de armadura en armadura y 1/3 del espesor del elemento aligerado (ACI-3.3.2). Al igual que para la arena, la norma ASTM C-33-93 también establece una serie de condiciones para su gradación (Ruiz Perez, 2021, pág. 38).

Agua

Sustancia líquida transparente, compuesto de dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno, (H₂O) en estado puro es inodora e insípida, no siempre se encuentra

en estado puro por lo que puede contener en disolución de gases y sales, en suspensión, polvos y a veces microbios (Velarde Rubio, 2017, pág. 26).

Figura 1.

Límites permisibles para la calidad del agua

Descripción	Límites permisibles	
Sólidos en suspensión	5 000 p.p.m.	Máximo
Conductividad, 25°C	1500 Us/cm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	600 p.p.m.	Máximo
Sulfatos (Ión SO ₄)	3000 p.p.m.	Máximo
Cloruros (Ión Cl ⁻)	1 000 p.p.m.	Máximo
PH	5,5 – 8,0	

Fuente: ASTM C-1602

- **Agua de mezcla:** Agregadas a las mezclas de concreto o de mortero para hacer reaccionar el aglomerante (cemento) dándole a la mezcla las propiedades resistentes deseadas y la fluidez necesaria para facilitar su manejo y colocación (Velarde Rubio, 2017, pág. 26).
- **Agua de curado:** se define técnicamente a la acción de hidratar los elementos de concreto para que estos puedan alcanzar su resistencia requerida según las edades estimadas. (Velarde Rubio, 2017, pág. 27)

Aditivo

Para mejorar algunas de las propiedades que tiene el concreto se utilizan los aditivos que son añadidos a sus componentes fundamentales, que pueden ser aditivos orgánicos e inorgánicos, estos modifican de forma intencionada las propiedades y características durante el proceso de curado, resistencia y la estructura interior del elemento. Existen varios casos, en que la única alternativa de solución técnica y eficiente es el uso de aditivos (Camac Ramos, 2018, pág. 23).

Tipos de aditivos

Según la norma ASTM 494 son los siguientes:

- Tipo A Reductor de agua
- Tipo B Retardantes
- Tipo C Acelerante de fraguado inicial
- Tipo C2 Acelerante de resistencia
- Tipo D Reductor de agua y retardantes
- Tipo E Reductor de agua y acelerante
- Tipo F Reductor de agua de alto rango
- Tipo G Reductor de agua de alto rango y retardantes
- Tipo F2 Superplastificante
- Tipo G2 Superplastificante y retardantes (Camac Ramos, 2018, pág. 24)

Vidrio:

Fernández (2003) determina que el vidrio presenta una rigidez común, además de estar compuesto por materiales inorgánicos los cuales están en estado vítreo; el vidrio se presenta en muchas formas, puede ser transparente, polarizado o incoloro. Por su característica principal, define al vidrio como un material que tiene intervalo térmico de transición continuo entre su estado rígido y estado fundido.

El principal componente del vidrio es el sílice (SiO₂), con solo este elemento sirve para muchas aplicaciones; pero su uso se limita por las altas temperaturas necesarias para su fusión y las dificultades que se presentan para darle forma (CEMPRE URUGUAY, 1998).

Vitroide

Fernández (2003) define al Vitroide como una sustancia compacta, la cual a temperaturas bajas se vuelve frágil y rígida; mientras que a temperaturas altas, se

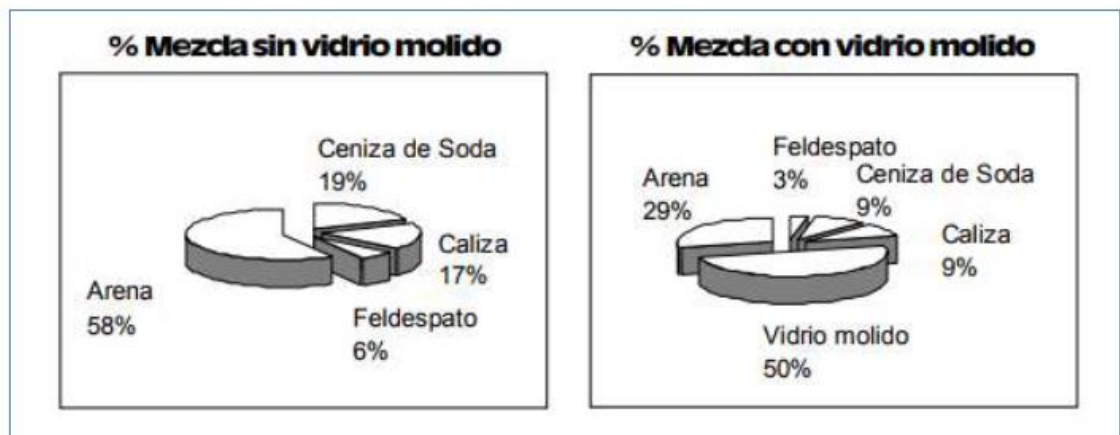
reblandece. El vitroide es físicamente uniforme, el cual se encuentra en un estado no cristalino.

Materias primas del vidrio:

Según CEMPRE URUGUAY (1998): “Arena, soda, caliza y feldespatos son las materias primas básicas en la fabricación del vidrio tipo soda cal. A esa mezcla se le añaden trozos de vidrio generados internamente en la fábrica o comprados, procedimiento que reduce sensiblemente los costos de producción” (pág. 236).

Figura 2.

Formulación de un vidrio soda - cal (valores típicos)



Fuente: Elaboración de CEMPRE URUGUAY

Composición de los vidrios:

Según CEMPRE URUGUAY (1998) :

- Vidrio común o soda cal.
- Vidrio borosilicato, el cual contiene óxido de boro.
- Vidrio de plomo, el cual contiene óxido de plomo.
- Formulaciones específicas del vidrio.

Procesos para la fabricación de vidrio:

Debido al tipo de producto final que se desea realizar, se divide los procesos en Primarios (automáticos y manuales) los cuales producen vidrio a partir de la fusión de materias primas a altas temperaturas, y procesos secundarios, los cuales consideran como materia prima al vidrio, el cual transforman en otros productos como: espejos, vidrios templados, laminados, entre otros (CEMPRE URUGUAY, 1998).

Productos de vidrio:

- Vidrio para envases: Estos son fabricados con vidrio común generalmente para botellas, potes, frascos, entre otros (CEMPRE URUGUAY, 1998).
- Vidrio plano: Fabricados con vidrio común para planos lisos, cristales, vidrios impresos, templados, laminados y coloreados (CEMPRE URUGUAY, 1998).
- Vidrios domésticos: Se utiliza el vidrio común, borosilicato, de plomo y vidrio – cerámica para la obtención de tazas, bandejas, vasos, platos, ollas y otros objetos domésticos (CEMPRE URUGUAY, 1998).
- Fibra de vidrio: Se utiliza el vidrio borosilicato para mantas, tejidos, hilos, entre otros productos de refuerzo o aislamiento (CEMPRE URUGUAY, 1998).
- Vidrios técnicos: Se usan los vidrios comunes, de plomo y de fórmulas específicas para la obtención de lámparas incandescentes y fluorescentes, tubos de tv, vidrios para laboratorios, para termos, anteojos y aislantes térmicos (CEMPRE URUGUAY, 1998).

El reúso del vidrio:

Material poroso, el vidrio puede resistir temperaturas de hasta 150 °C sin perder sus propiedades tanto químicas como físicas, por lo cual los objetos de vidrio pueden reutilizarse varias veces con el mismo fin. El uso de vidrio retornable es bastante difundido gracias a la posibilidad de poder lavarlo y esterilizarlo con un nivel elevado de seguridad. Las botellas retornables de vidrio poseen una alta resistencia y son más pesadas que otros envases, esto es debido a que deben ir y volver de las fábricas (CEMPRE URUGUAY, 1998).

El reciclaje del vidrio:

Durante el proceso de fusión no se presenta pérdida de material, por cada tonelada de trozos de vidrio limpio se produce otra tonelada de vidrio nuevo; este material es 100 % reciclable (CEMPRE URUGUAY, 1998).

Piedra pómez (pumice)

Según Alayo, Castillo, Medina, Polo y Rodríguez (2016): Es una roca volcánica vítrea (ígneas), con baja densidad (350 – 800 kg/m³) y muy porosa (17%), de color blanco o gris. En su formación la lava proyectada al aire sufre una gran descompresión; como consecuencia de la misma se produce una desgasificación quedando espacios vacíos separados por delgadas paredes de vidrio volcánico. Su estructura química es; (71% de SiO₂), 12.8% de Óxido de Aluminio (Al₂O₃), 1.75% de Óxido de Hierro (Fe₂O₃), 1.36% de Óxido de Calcio (CaO), 3.23% de Óxido de Sodio (Na₂O), 3.83% de Potasio (K₂O), 3.88% de H₂O. Tiene textura rugosa y su forma puede ser angulas o redondeada. El tamaño de grano al estado natural varía desde muy fino hasta diámetros de una pulgada o más (rocas). (p.5)

Figura 3.*Piedra Pómez*

Fuente: Alayo, Castillo, Medina, Polo y Rodríguez (2016)

Es una roca ígnea altamente porosa, que generalmente contiene 67–75% de SiO₂ y 10–20% de Al₂O₃, con una textura vítrea. El potasio, el sodio y el calcio están generalmente presentes; insoluble en agua; No es atacado por los ácidos. Alto contenido de aire, cuando se descarga repentinamente por acción volcánica; Se congela en forma de un vidrio natural altamente vesicular llamado piedra pómez.

Propiedades de la piedra pómez:

El origen volcánico le dio ciertas características a la piedra pómez: una multitud de poros y células cerradas dan por resultado una porosidad y al mismo tiempo solidez de grano. Su porosidad le permite absorber y retener el agua, además de hacerla ligera. Debido a su ligereza puede flotar sobre las aguas a causa del aire contenido en sus cavidades. Aparte de eso la piedra pómez es resistente al frío, al fuego y a la intemperie y libre de sales solubles en agua. Las partículas de esta roca volcánica, poseen variadas formas predominando las alargadas y las angulosas. Sus poros cerrados le confieren una baja densidad, por lo que el comportamiento al impacto es muy ligero. Aunque es de dureza media, debido a su alta friabilidad, el poder abrasivo es muy bajo, produciendo un efecto muy suave sobre la superficie trabajada.

- Dureza: 5 / 6 Mohs. Aunque de dureza media, debido a su alta friabilidad el poder abrasivo es muy bajo, produciendo un efecto muy suave sobre la superficie.
- Textura: porosa, esponjosa a espumosa. Escoriácea, con muchos huecos y cavidades.
- Densidad: sus poros cerrados le confieren una baja densidad, por lo que el comportamiento al impacto es muy ligero. 0,7 (0,4 a 0,9) g/cm³
- Color: blanco grisáceo, ceniza, amarillento.
- Brillo: piedras pómez frescas son de brillo sedoso.

Tabla 2

Propiedades químicas, físicas y mecánicas del agregado de piedra pómez

Composición química (%)		Propiedades físicas y mecánicas.	
SiO ₂	69.78	Gravedad específica	1.08
Al ₂ O ₃	11.16	Volumen de la unidad de peso (kg/cm ³)	976
F ₂ O ₃	2.11	Absorción de agua max. (%)	46
CaO	2.47	Cloruro (%)	0.0037
MgO	0.6	Sulfato soluble en ácido (%)	0.182
SO ₃	0.06	Azufre total (%)	0.033
Pérdida por ignición	4.66	MgSO ₃	1.41
Na ₂ O	4.33		
K ₂ O	2.87		
Cl	0.0496		
Total	98.04		

Fuente: İbrahim Türkmen, A. Ferhat Bingöl, Ahmet Tortum, Ramazan Demirboğa and Rüstem Gül

Usos de la piedra pómez:

- Como filtro de tratamiento de las aguas servidas.
- Material ideal para un buen muro, porque es porosa, ligera, dura (relativo a la solidez del grano) y no inflamable.
- Es popular en la fabricación de concreto ligero.
- Se usa mayormente como árido para la fabricación de bloques de concreto liviano.
- Es un agregado para el concreto, tiene aislamiento térmico y acústico, y favorece en la construcción de losas, vigas, columnas y cimentaciones.

Como **justificación**, podemos mencionarlo desde tres enfoques:

Para la **justificación teórica**, el presente trabajo de investigación, busca brindar información como apoyo para futuras investigaciones dando un aporte dentro de la ingeniería de la construcción. Por ello se busca obtener la misma importancia de un análisis estructural como también del análisis ambiental, económico y otros dentro del comportamiento del concreto en edificaciones. La presente investigación pretende satisfacer las necesidades dentro de las estructuras, así como económicas mediante una comparación la cual permitirá analizar las ventajas y desventajas del reemplazo del vidrio molido y piedra pómez en hacia los agregados finos respectivamente para un diseño $f'c = 210$ kg/cm².

Para la **justificación práctica**, con el afán de contribuir al medio ambiente y a la vez mejorar las propiedades del concreto, se busca emplear materiales alternativos. El desarrollo tecnológico de nuevos materiales es de vital importancia para las sociedades. El estudio determinará la utilización del vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso respectivamente, dando así un

requerimiento de agregado fino y grueso menor a lo convencional, dando como resultado una disminución del consumo de los agregados. Asimismo, se obtendrá dosificaciones que permitirán la obtención de un óptimo porcentaje de los materiales a reemplazar por los agregados utilizados.

Para la **justificación metodológica**, se puede señalar que hay indicios en la relevancia de este trabajo, el cual se centra en analizar la resistencia a la compresión, flexión y abrasión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso respectivamente en Lima 2022, para ser utilizados como alternativa en la construcción. La investigación se basa a los pasos del método científico y las normas técnicas peruanas de construcción, analizando la zona de estudio y los recursos existentes. Las teorías que están en el presente estudio podrán servir para posteriores investigaciones análogas y podrán ser aplicadas en distintos temas similares

Se presenta las limitaciones que se encontraron al elaborar este proyecto, siendo uno de estos la falta de materiales industrializados, como son el vidrio molido y la piedra pómez. A su vez existen limitaciones en el control de estos materiales no convencionales, determinando así que podría asumirse un costo mayor en cuanto a su obtención de forma natural o rustica.

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿Cuál será la resistencia a la compresión, flexión y abrasión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022?

Problemas específicos

Problema específico 1

¿Cuáles serán las características físicas de los agregados convencionales y no convencionales para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima 2022?

Problema específico 2

¿Cuál será el diseño de mezcla del concreto patrón y concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima 2022?

Problema específico 3

¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022?

Problema específico 4

¿Cuál será la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022?

Problema específico 5

¿Cuál será la resistencia a la abrasión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Determinar la resistencia a la compresión, flexión y abrasión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022.

Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Obtener la caracterización física de los agregados convencionales y no convencionales para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima 2022.

Objetivo específico 2

Realizar el diseño de mezcla del concreto patrón y concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima 2022.

Objetivo específico 3

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022.

Objetivo específico 4

Determinar la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022.

Objetivo específico 5

Determinar la resistencia a la abrasión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022.

1.4. Hipótesis

Hipótesis general

La adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso influyo positivamente en el concreto $f'c$ 210 kg/cm² en la resistencia a la compresión, flexión y abrasión Lima.

Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

Se obtuvieron las características físicas de los agregados convencionales y no convencionales para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima.

Hipótesis específica 2

Se obtuvo el diseño de mezcla del concreto patrón y concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima.

Hipótesis específica 3

La adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso influyo positivamente en el concreto $f'c$ 210 kg/cm² en la resistencia a la compresión, Lima.

Hipótesis específica 4

La adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso influyo positivamente en el concreto $f'c$ 210 kg/cm² en la resistencia a la flexión, Lima.

Hipótesis específica 5

La adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso influyo positivamente en el concreto $f'c$ 210 kg/cm² en la resistencia a la abrasión, Lima.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Se considera de tipo aplicada, ya que se centra en la resolución de problemas en un contexto determinado, es decir, desea aplicar y utilizar todos los conocimientos previstos, desde una o varias áreas especializadas, con el propósito de implementarlos de forma práctica para satisfacer necesidades concretas, proporcionando una solución a problemas del sector social o productivo (Vargas, 2015).

Por ende, la presente investigación busca diseñar un concreto f'c 210 kg/cm² con adición de vidrio molido y piedra pómez en sustitución de los agregados convencionales, de esa manera mejorar las propiedades mecánicas como son la resistencia a la compresión, flexión y abrasión, asimismo motivar el reciclaje y reutilización, lo cual también disminuiría la contaminación ambiental.

Diseño de investigación

Se considera un diseño cuasiexperimental, es un tipo de investigación en la que el objeto de investigación no se elige de manera aleatoria, sino que se descubre o determina de antemano. Los estudios descritos se realizan en campo, en un ambiente en el que los sujetos se desarrollan naturalmente, lo cual minimiza el control de variables (Sánchez & Reyes, 2015).

Asimismo, basándose en la teoría de Anguiano & Ferrando (2010), el análisis factorial es un modelo estadístico que describe las relaciones entre muchas variables. Estas relaciones sugieren que el número de factores puede explicarse en términos de un conjunto de variables no observables (implícitas) llamadas factores, mucho más pequeñas que el número de variables. Este modelo se deriva

directamente como una extensión de algunas ideas básicas de la regresión lineal y los modelos de correlación parcial. Las ecuaciones básicas de análisis factorial se derivan del primer modelo. El segundo conduce a una idea importante para evaluar el ajuste del modelo a los datos.

Enfoque de investigación

El enfoque de la presente investigación corresponde a un enfoque cuantitativo el cual utiliza la recopilación y el análisis de datos para responder preguntas de investigación y probar hipótesis, y se basan en mediciones numéricas, números y, a menudo, estadísticas para identificar patrones de comportamiento en las poblaciones (Sampieri, Collado & Lucio, 2003)

En el caso del presente estudio se realizará un análisis numérico y estadístico de muestras de concreto f’c 210 kg/cm² con adición de vidrio molido y piedra pómez, de esa manera realizar la contratación de las hipótesis planteadas.

2.2. Población y muestra

Población

Carrasco, (2015) indica: “La población tiene como definición el uso total de todos los fenómenos en estudio, donde considera que las unidades poblacionales contienen una característica de forma común a la cual se le genera un estudio, determinando de esta manera los datos iniciales de la investigación”. (pág.236).

La población para el presente estudio estará compuesta por unidades de concreto f’c 210 kg/cm² convencionales y unidades con adición de vidrio molido y piedra pómez en diferentes dosificaciones para el análisis de propiedades físicas y mecánicas.

Técnicas de muestreo

Para el presente estudio se utilizó el muestreo por conveniencia, es un método no probabilístico y no aleatorio el cual se utiliza para crear muestras basadas en la facilidad de adquisición, la disponibilidad de personas en la muestra en un intervalo de tiempo determinado o cualquier otra especificación práctica para un artículo en particular (Mohammad, 2013).

Muestra

Una muestra es una parte representativa de una población cuyos elementos tienen características comunes o similares. Se usa para estudiar poblaciones de una manera más conveniente porque es fácil de contar. Las muestras generalmente se toman para estudiar el comportamiento, las características o los gustos de una población en particular (Sampieri, Collado & Lucio, 2003). El tamaño de muestra se estableció de la siguiente manera:

Tabla 3

Muestras para los ensayos de resistencia a la compresión y flexión

Muestreo de concreto f'c 210 kg/cm²			
	Resistencia a la compresión	Resistencia a la flexión	Resistencia a la abrasión
Concreto convencional	9 probetas	9 vigas	9 unidades
4% vidrio molido + 4% piedra pómez	9 probetas	9 vigas	9 unidades
7% vidrio molido + 7% piedra pómez	9 probetas	9 vigas	9 unidades
10% vidrio molido + 10% piedra pómez	9 probetas	9 vigas	9 unidades
Total de muestras	36 probetas	36 vigas	36 unidades

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnica de recolección de datos

Para el presente estudio la técnica a utilizar será la observación directa, es un método de recolección de datos, que consiste principalmente en observar los objetos de estudio en situaciones específicas. Todo esto sucede sin necesidad de intervenir o cambiar el entorno en el que se desenvuelve el objeto. Para poder obtener datos validos se deberá seguir el procedimiento mencionado (Sánchez & Reyes, 2015).

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos consisten en las herramientas que el investigador utiliza para obtener la información que le permite realizar la investigación. Su función principal es obtener o crear datos directos sobre la población o fenómeno que se quiere comprender. A su vez, deben ser sistemáticas y organizadas, características esenciales que guardan estrecha relación con la utilidad y confiabilidad de la información recolectada para su posterior análisis (Mohammad, 2013).

Los principales instrumentos que se utilizaron en este estudio son:

Fichas de precios unitarios de materiales y mano de obra: Instrumento donde se registran los precios de los materiales en general y la mano de obra.

Equipos de laboratorio: Son una serie de equipos e instrumentos del Laboratorio de Mecánica de Suelos y de Concreto.

Fichas para ensayos del laboratorio: Son documentos que sirven para la toma de datos y obtención de resultados de los ensayos de laboratorio al concreto en estudio.

Análisis de datos

El análisis de datos es el proceso de exploración, transformación y examen de datos para identificar tendencias y patrones que pueden revelar información importante y mejorar la eficiencia para respaldar la toma de decisiones (Sánchez & Reyes, 2015).

Las principales técnicas a utilizarse en este proyecto serán:

Análisis documental: es todo objeto o elemento material que contiene información procesada de hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado y que poseen referencias valiosas (datos, cifras, fichas, índices, indicadores, etc.) para un trabajo de investigación (Carrasco, 2015).

Análisis Estadístico: Se basa en recopilar información e interpretarla y de esa manera obtener los modelos y tendencias. Es una parte integral del análisis de datos. El análisis estadístico se puede utilizar en situaciones como la recopilación de interpretaciones de la investigación, el modelado estadístico o el diseño de encuestas e investigaciones (Carrasco, 2015).

2.4. Validez

Según, Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, “la validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir”, (pág.235).

La presente investigación se validará por medio de juicio experto, de acuerdo con, Escobar Pérez & Cuervo Martínez, 2008, para determinar este juicio según expertos tiene una definición importante en cuanto a la opinión de las personas en la trayectoria del tema, siendo estas reconocidas mediante otros expertos, los cuales dar la valorización y juicio de la evidencia. (pág.28-30).

Dichos expertos serán los encargados del laboratorio donde se realizaron los Ensayos de Laboratorio los cuales se nombrarán a continuación:

Tabla 4

Jueces para la validación de Fichas de Campo

VALIDADORES POR JUICIO EXPERTO		
Experto	Cargo	C.I. P
Abel Pillaca Esquivel	Ingeniero Civil	68657
Miguel Ángel Saavedra Apaza	Técnico de Laboratorio	-----

2.5. Aspectos éticos

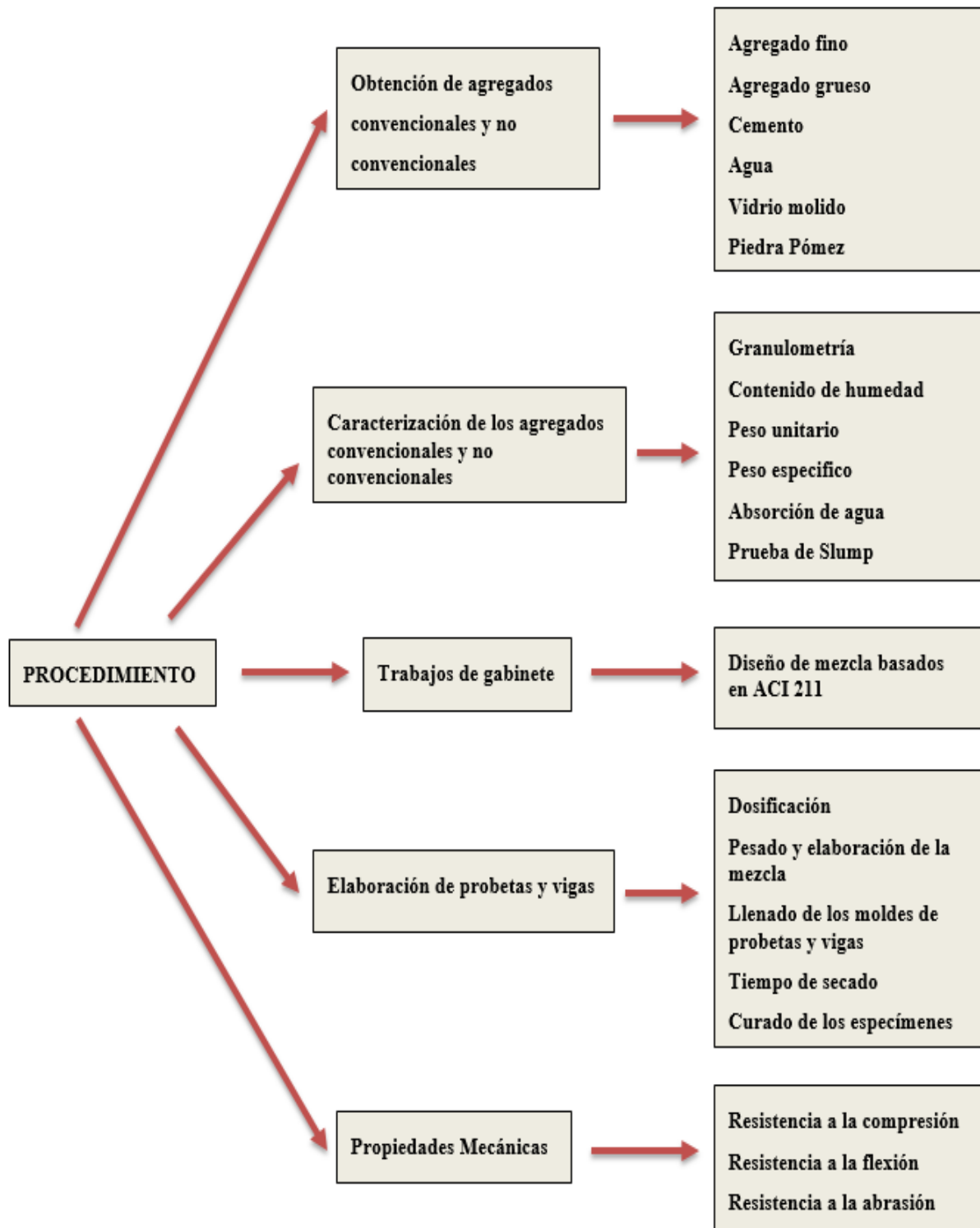
Según, Mohammad Naghi, 2013, afirma que lo ético incluye ante todo las disposiciones del hombre en la vida, su carácter, sus costumbres y naturalmente también la moral, es el modo o forma de vida cotidiana de cada ser humano. La ética como ciencia establece leyes y normas para que el hombre pueda discernir mejor entre lo correcto y lo incorrecto, la ética es la ciencia de lo que el hombre debe hacer para vivir como debe vivir, (pág.133).

En la presente en cuanto a los aspectos éticos recalco que la información plasmada en este trabajo de investigación, así como todos los resultados obtenidos, garantizan originalidad y autenticidad. Para dicho caso se adjuntan las referencias bibliográficas, los certificados de los ensayos de laboratorio realizados.

2.7. Procedimiento de recolección de datos

Figura 4.

Flujograma del procedimiento de recolección de datos



Procedimiento

Obtener la dosificación adecuada de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso para lograr un óptimo diseño de mezcla para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima.

Al dar inicio al desarrollo del procedimiento de campo debemos tomar en cuenta que la presente investigación es cuasi experimental en la cual se realizaron algunos procedimientos no estipulados en la NTP con respecto al material no convencional final, sin embargo, detallamos aquí el paso a paso de cómo se realizó el desarrollo de la obtención de materiales no convencionales y los procesos utilizados hasta la integración de estos con el diseño de mezcla.

Obtención de materiales.

Primero describiremos la obtención y procedencia del material no convencional:

Obtención del vidrio molido: El vidrio reciclado se obtuvo de los restos de vidrio desechados de una fábrica, el vidrio es de tipo liso. Se realizó un proceso de limpieza, para que no conservará ningún tipo de residuo producto de su utilidad anterior, el vidrio fue lavado con agua caliente. Luego de esto el vidrio se fraccionó en pedazos más pequeños, después se introdujo en el molde cilíndrico del ensayo de 10% de finos y se le aplicó carga de compresión, con el fin de fragmentar el vidrio hasta lograr un tamaño máximo que pase el 100% por el tamiz de 4,75 mm.

Figura 5.

Tamizado del vidrio molido



Figura 6.

Pesado del vidrio molido



El otro material requerido para el ensayo fue la piedra pómez la cual se compró en un depósito de venta de agregados en el distrito de Los Olivos.

Figura 7.

Piedra pómez



Figura 8.

Pesado de la piedra pómez



Ensayos de Laboratorio

Los procedimientos utilizados en laboratorio están basados en el método ACI-211 para la posterior realización de ensayos sobre pruebas mecánicas que consisten en la resistencia a la compresión, flexión y abrasión. Con respecto a la determinación de la dosificación se utilizó el método ACI, ya que, se define la proporción de cada elemento (agregado, cemento, agua), como también la incorporación de agregado reciclado en una cantidad necesaria en función al método utilizado. Se elaboraron diversos prototipos de probetas cilíndricas y prismas con el mismo procedimiento, pero con distintos porcentajes de agregados no convencionales reciclados.

Para la realización de los ensayos se analizaron las características específicas de los agregados reciclados y no reciclados como mostramos a continuación:

Ensayos a los agregados

Cuarteo de los Agregados

Según la norma NTP 400.010 (2015), el cuarteado es un procedimiento realizado en agregados para seleccionar una muestra representativa de la muestra a ensayar. Primero, la muestra seleccionada se mezcla a fondo para lograr la homogeneidad, seguido de la reducción del material, que se realiza sobre una superficie plana, limpia y cubierta con protección plástica para evitar la entrada de materias extrañas y la pérdida de agregados. Use la muestra uniforme para hacer una pila en forma de cono, luego divídala en cuatro partes iguales y tome las dos partes opuestas, y luego realice el proceso de reducción de material. Este proceso se repite tres veces. El material resultante de la reducción será una muestra representativa de

árido fino apta para el ensayo correspondiente. A continuación, se muestra los procesos de cuarteo y seleccionado de los agregados gruesos y finos.

Figura 9.

Cuarteo y seleccionado de agregado fino



Figura 10.

Cuarteo y seleccionado de agregado grueso



Ensayo de Contenido de Humedad (NTP 339.185):

Según nos indica la NTP 339.185, (2015) este método tiene como finalidad el determinar la humedad que contiene una muestra natural del terreno. El contenido de humedad de una masa de suelo se conforma prácticamente por composición de sus aguas libres, higroscópica y a su vez las capilares.

Este método de forma tradicional nos determina la cantidad de humedad que contiene nuestro suelo según los equipos usados en el laboratorio, esto es gracias al uso de un horno de secado, donde podemos determinar la humedad en relación al peso existente de agua pero en porcentajes, todo esto de nuestra muestra de suelo y los pesos sólidos de las partículas, o sea:

$$W = W_w / W_s * 100$$

Dónde:

w = contenido de humedad expresado en %.

W_w = peso del agua en la masa de suelo.

W_s = peso de las partículas sólidas.

Procedimiento del ensayo Agregado Fino

- Peso de taras.
- Cálculo del peso del material aproximado.
- Se colocó el agregado fino húmedo en las taras y se pesó.
- Se introdujo la muestra al horno de secado por 24hr a 100° centígrados.
- Luego de terminar el proceso de secado, se deja ventilar la muestra hasta ser manipulable y posteriormente registrar su peso (peso molde + muestra seca).
- Después se realiza el cálculo de la humedad que contiene la muestra (%).

Figura 11.

Selección y lavado del agregado fino para ensayo de humedad.



Figura 12.

Secado del agregado fino en el horno.



Agregado Grueso

- Peso de taras.
- Cálculo del peso del material aproximado.
- Se colocó el agregado fino húmedo en las taras y se pesó.
- Se introdujo la muestra al horno de secado por 24hr a 100° centígrados.
- Luego de terminar el proceso de secado, se deja ventilar la muestra hasta ser manipulable y posteriormente registrar su peso (peso molde + muestra seca).
- Después se realiza el cálculo de la humedad que contiene la muestra (%).

Figura 13.

Selección y lavado del agregado grueso para ensayo de humedad.



Figura 14.

Secado del agregado grueso en el horno.



Granulometría del agregado grueso y fino

Según la norma NTP 400.012, (2013) este ensayo sirve para determinar los distintos tamaños de agregado que contiene la muestra a analizar. Para ello es importante pasar por los diferentes tamices ya normados, ya que de ellos dependerán algunas propiedades del concreto.

En lo referido a concreto permeables valores de b/bo, se tiene valores de corrección para el agregado grueso para husos N°8 Y N°67, muy importante para el diseño.

Especificaciones técnicas para el agregado grueso

Para el agregado grueso el requerimiento granulométrico indica que deben estar graduado en los siguientes límites según la norma N.T.P. 400.012.

Figura 15.

Huso 8 y 67

Tamiz	Huso 8	Huso 67
	Porcentaje que pasa	Porcentaje que pasa
2”	-----	-----
1 ½”	-----	-----
1”	-----	100
¾”	-----	90 a 100
½”	100	-----
3/8”	85 a 100	20 a 55
Nº4	10 a 30	0 a 10
Nº8	0 a 10	0 a 5
Nº16	0 a 5	-----
Fondo	-----	-----

Fuente: norma N.T.P. 400.012

Para determinar la granulometría se utilizará los siguientes equipos y aparatos.

- Taras
- Balanza electrónica
- Juegos de tamices que la conforman las siguientes mallas: 2”, 1 ½”, 1, ¾”, 1/2”, 3/8”, Nº4, Nº8, Nº16 y fondo.
- Un horno

Procedimiento

- Se toma una muestra de 3000.00g pesada en una balanza electrónica.
- Se procede a realizar el tamizado de manera manual, pasando el 100% del material por la malla 1/2” obteniendo así su Tamaño Máximo (TM).
- Luego se tamiza por la malla Nº3/8, en donde se retiene material y este viene hacer su Tamaño Máximo Nominal. (TMN).

- Luego sucesivamente se realizó el tamizado a través de las mallas N°8, N°16, y el fondo.

Figura 16.

Llenado y tamizado del agregado grueso



Figura 17.

Peso del agregado grueso obtenido



Especificaciones técnicas para el agregado fino

Este material de consistencia fina el requerimiento granulométrico indica que deben estar graduado en los siguientes límites.

Figura 18.

Límites granulométricos del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8"	100
N°4	95-100
N°8	80-100
N°16	50-85
N° 30	25-60
N° 50	10-30
N°100	2-10

Fuente: norma N.T.P. 400.012

Para determinar la granulometría se utilizará los siguientes equipos y aparatos.

- Taras
- Balanza electrónica
- Juegos de tamices que la conforman las siguientes mallas: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo.
- Un horno

Procedimiento

- Se toma una muestra de 500.00g pesada en una balanza electrónica.
- Se procede a realizar el tamizado de manera manual, pasando el 100% del material por la malla 3/8", obteniendo así el módulo de fineza.
- Luego se tamiza por la malla N°4, en donde se retiene material.

- Luego sucesivamente se realizó el tamizado a través de las mallas N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y el fondo.

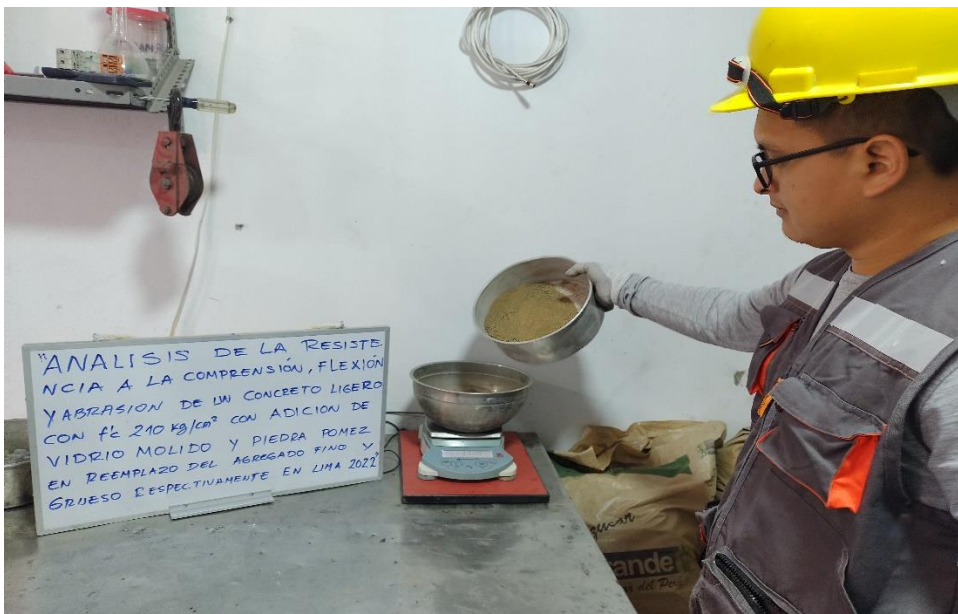
Figura 19.

Llenado y tamizado del agregado fino



Figura 20.

Peso del agregado fino obtenido



Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso

Basados en la norma NTP 400.017, (2013) Para este ensayo se necesita llenar con el material seco dentro del molde en pie³. Se determina el peso del material dependiendo del tamaño, forma, y granulometría para su mejor distribución así mismo de su grado de compactación, sea suelto o compactado.

Peso unitario suelto del agregado

Se determinará el peso del material suelto con el uso de equipos y herramientas tales como:

- Balanza electrónica
- El recipiente de volumen de 0.0053cm³ aproximadamente.
- Un cucharón de kilo
- Una brocha para limpiar el polvo restante
- Una regla de metal

Procedimiento

Antes de comenzar hacer el ensayo el material debe estar seco a temperatura ambiente.

- Primero pesamos el recipiente a llenar
- Llenamos el recipiente con el cucharón hasta rebosar, este se verterá con una altura no mayor a 2” desde el borde superior del recipiente.
- Con la regla se eliminará el material restante.
- Luego con la brocha se limpiará los materiales fuera del recipiente.
- Una vez limpio todo se lleva a la balanza y se toma su peso.
- Este procedimiento se hará 3 o 4 veces.

Figura 21.

Llenado y enrasado del agregado fino suelto



Figura 22.

Llenado y enrasado del agregado grueso suelto



Peso unitario compactado del agregado

Se determinará el peso del material compactado mediante el uso de equipos y herramientas tales como:

- Balanza electrónica
- El recipiente de volumen de 0.0053cm³ aproximadamente.
- Un cucharón de kilo
- Una brocha para limpiar el polvo restante
- Una regla de metal
- Un martillo de goma
- Barra compactadora de acero liso, de 5/8” de diámetro y 60 cm de largo con un extremo redondeado

Procedimiento

Antes de comenzar hacer el ensayo el material debe estar seco a temperatura ambiente.

- Primero pesamos el recipiente a llenar
- Llenamos 1/3 del recipiente con el cucharón hasta rebosar, este se verterá con una altura no mayor a 2” desde el borde superior del recipiente.
- Luego con la barra lisa se apisonará 25 veces en forma espiral, y con el martillo de goma se dará 15 golpes.
- Este procedimiento se repetirá en los otros dos tercios del recipiente
- Una vez lleno con la regla se eliminará el material restante.
- Luego con la brocha se limpiará los materiales fuera del recipiente.
- Una vez limpio todo se lleva a la balanza y se toma su peso.
- Este procedimiento se hará 3 o 4 veces

Figura 23.

Llenado y compactado del agregado fino



Figura 24.

Enrasado y pesado del agregado fino compactado



Figura 25.

Llenado y compactado del agregado grueso



Figura 26.

Enrasado y pesado del agregado grueso compactado



Peso específico y de absorción de agregado fino y grueso del agregado.

Según lo indicado en la NTP 400.022, (2013) la relación entre la densidad de un material y el agua se le conoce como peso específico, para valores elevados indican que los materiales tienen un buen comportamiento, mientras que para materiales de bajo peso específico indican que materiales débiles y absorbentes.

Se empleará para la determinación de los pesos específicos y contenido de absorción de los agregados los **equipos y herramientas** tales como:

- Balanza electrónica, con sensibilidad de 0.05g. y con capacidad no mayor de 2 kg.
- Pipetas
- Frascos volumétricos (fiolas) con una capacidad de 500cm³.
- Recipientes para almacenar el material
- Horno con temperaturas de 110°C ± 5°C.

Procedimiento

- Se debe tomar 500 gramos de muestra del agregado.
- Se debe pesar la fiola y luego fiola con agua lleno hasta los dónde nos marca los 500cm³ y anotar los datos.
- Cogemos la fiola y comenzamos a girar en una superficie plana con la mano, para poder eliminar las burbujas.
- Se deja reposar aproximadamente una hora y luego se rellena hasta llegar nuevamente hasta la marca de los 500cm³.
- Luego con los datos de los pesos, se determina la cantidad de agua utilizada en la fiola.
- Posteriormente el material se vierte a una tara y se deja reposar, para que se sedimente.

- Una vez sedimentado se le extrae el agua con cuidado evitando extraer finos.
- Ya totalmente retirado el agua de la superficie se ingresa al horno a una temperatura de 110°C ± 10°C por 24 horas.
- Pasadas las 24 horas se retira la muestra y se anotan para a través de cálculos obtener el peso específico y el contenido de absorción.

Peso específico (g/cm³)

- El peso específico se determinará con la siguiente formula:

$$pe = \frac{A}{B - C} \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

- Peso específico de la masa saturada superficialmente seca

El P.e.s.s.s. se determinará con la siguiente formula:

$$p. e. s. s. s. = \frac{B}{B - C} \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

- Peso específico aparente
- El P.e.a. se determinará con la siguiente formula:

$$p. e. a = \frac{A}{A - C} \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

- Porcentaje de Absorción

El porcentaje de absorción se determinará con la siguiente formula:

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

Figura 27.

Procedimiento para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino



Figura 28.

Procedimiento para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino



Figura 29.

Procedimiento para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino



Figura 30.

Procedimiento para determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso



Proceso de Diseño de Mezcla

Este proceso consta de diseñar la dosificación exacta al emplear el método del comité 211 de la ACI, y el método del Módulo de fineza de combinación de agregados, que son procedimientos de diseño de mezclas bastante simples, el cual, basándose en tablas elaboradas, permite determinar los distintos materiales que se utilizaran para el diseño de concreto por metro cubico.

El diseño de mezcla se ha realizado de la siguiente manera:

1. Se emplea un cálculo promedio en cuanto a la resistencia patrón.
2. Se realiza la selección del tamaño nominal máximo según el tipo de diseño.
3. Selección del asentamiento.
4. Se selecciona la cantidad de agua a emplear en el diseño para su consistencia.
5. Selección del contenido de aire.
6. Se selecciona la relación a emplear del uso entre agua y cemento.
7. Determinación del factor cemento.
8. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos, de cemento, agua y aire
9. Determinación del volumen absoluto de agregado fino.
10. Realizar la determinación del agregado fino en cantidad de volúmenes.
11. Determinación de los valores de diseño
12. Corrección por humedad y absorción del agregado.
13. Determinación de la proporción de diseño.

Diseño de mezcla según ACI 211

Se implementó un proceso de diseño de concreto de manera simple y factible, permitiendo tener distintos valores de los materiales utilizados para conformar la mezcla de un concreto en m³, para un $f'c = 210$ kg/cm².

Se calculó la resistencia a la compresión requerida mediante la siguiente tabla.

Tabla 5

Resistencia a la compresión requerida

Resistencia a la compresión ($f'c$)	Resistencia a la compresión requerida ($F'cr$)
Menor a 210 kgf/cm ²	$f'c + 70$
210 kgf/cm ² – 350 kgf/cm ²	$f'c + 84$
Mayor a 350 kgf/cm ²	$f'c + 98$

Fuente: ACI 211, 2016

A continuación, se determina el cálculo de asentamiento del concreto en estado fresco según nos indica la ACI 211 ver tabla siguiente.

Tabla 6

Asentamiento según el tipo de estructuras

Tipo de Estructura	Slump Máx.	Slump Mín.
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: ACI 211, 2016

Según la granulometría realizada al agregado grueso se obtuvo el Tamaño Nominal Máximo (TNM) Después se seleccionó el contenido de agua de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 7

Volumen de agua por m³ para TNM de los agregados

Asentamiento (1" = 25mm)	Tamaño Máximo del Agregado Grueso							
	3/8"	½"	¾"	1"	1 ½"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	168	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	--

Fuente: ACI 211, 2016

También se seleccionó el contenido de aire atrapado según la tabla 8.

Tabla 8

Contenido de aire

TNM Agregado Grueso	Aire Atrapado %	
¾"	19.0 mm	2.0
1"	25.0 mm	1.5
1 ½"	37.5 mm	1.0
2"	50.0 mm	0.5
3"	75.0 mm	0.3
6"	150.0 mm	0.2

Fuente: ACI 211, 2016

A continuación, se seleccionó la relación agua/cemento por resistencia a compresión.

Tabla 9

Relación agua cemento por resistencia para $f'cr$

$f'c$ (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
140	0.82	0.74
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
420	0.41	-
450	0.38	-

Fuente: ACI 211, 2016

Posteriormente se calculó el contenido de cemento en kilogramos (kg), mediante la siguiente fórmula.

$$\frac{\text{Cantidad de agua (litros)}}{\text{Cantidad de cemento (kg)}} = \text{Relacion agua cemento obtenida}$$

Se realizó la determinación de los pesos del agregado de cantera según indica la tabla 8, el cual nos da los datos de que: b/b_0 donde b_0 y b vendrían siendo

los pesos secos de forma unitaria y no compactada del material grueso.

Según el método para determinar el módulo de fineza con respecto al ensayo de análisis granulométrico y el Tamaño Máximo Nominal se procede a la obtención de los volúmenes en m³ del material grueso.

Tabla 10

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto (b/b₀)

TNM Agregado Grueso		Módulo de finura del Agregado Fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5 mm	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5 mm	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19.0 mm	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	25.0 mm	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5 mm	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	50.0 mm	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75.0 mm	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150.0 mm	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211, 2016

Se calculó el volumen absuelto mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Agregado grueso} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado Agregado Grueso})$$

$$\text{Volumen de material (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso obtenido}}{\text{Peso específico del material}}$$

$$\text{Volumen de aire (m}^3\text{)} = \frac{\text{Porcentaje de aire}}{100}$$

Se obtuvo el valor en volúmenes del material fino restando 1 m³ menos la sumatoria del volumen del agua, aire, cemento y material grueso.

Luego se obtuvo el valor en volúmenes del material fino, multiplicándolo por su peso específico y de esta manera se obtuvo el peso del fino en kilogramos (kg).

Se realizó la corrección por humedad de agregado grueso y fino utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Corrección (kg)} = \text{peso del material} \times \left(\frac{\% \text{ humedad}}{100} + 1 \right)$$

Finalmente se calculó el aporte d agua de los agregados mediante la siguiente formula.

$$\text{Aporte del agregado (lt)} = \frac{(\% \text{ humedad} - \% \text{ absorcion}) \times \text{peso seco}}{100}$$

Luego de obtener los pesos en m³ para el diseño se procedió a multiplicar cada peso por 0.030m³ para obtener una tanda en base al volumen que ingresa en el trompo. A continuación, se pesaron los materiales para la mezcla.

Figura 31.

Pesado del agregado grueso y fino



Figura 32.

Pesado del cemento y el agua



Figura 33.*Pesado de la piedra pómez y vidrio molido*

El mezclado se realizó de la siguiente manera: se agregó un poco de agua para humedecer el trompo luego se procedió a introducir el cemento en combinación con el agregado fino, luego se adicionó el agregado grueso y el agua, después de que los materiales antes descritos estén completamente mezclados se procedió a realizar la medición del Slump y el posterior llenado de las probetas y vigas de nuestro modelo patrón. Dicho proceso se repitió de la misma manera y se adicióno la piedra pómez y vidrio molido de acuerdo al diseño de mezcla.

Figura 34.

Preparación de la mezcla se añadió agregado grueso y fino



Figura 35.

Preparación de la mezcla se añadió cemento y vidrio molido



Figura 36.

Preparación de la mezcla se añadió piedra pómez y el agua



Ensayos de Concreto Fresco

Medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams (NTP 339.035, 1999).

Para poder determinar la consistencia de un concreto realizado en laboratorio o campo se utilizará el método de asentamiento mediante el uso del cono de Abrams, el cual se puede elaborar en los dos puntos ya mencionados. Para dicho proceso los materiales y equipos requeridos son; el concreto en estado fresco sobre la base metálica del ensayo, el cono de metal o de Abrams correctamente limpio, la varilla de acero liso de 5/8 y el cucharón con el cual nos ayudaremos en el proceso.

A continuación se detalla el procedimiento, como primer paso procedemos a humedecer el cono en su interior, luego colocamos el elemento sobre una base metálica nivelada para evitar pérdidas, colocar ambos pies al lado del mismo para mantener firmeza, se comienza a introducir el concreto en 3 capas diferentes dentro del cono, cada una estará conformada por 25 golpes consecutivos en sentido horario eliminando los vacíos por capa, al terminar la tercera capa se enrasa utilizando al varilla de acero liso, posteriormente se elimina el material excedente de la base, se separa los pies de la base del cono y lo retiramos de manera lentamente y en forma vertical, de esta forma colocaremos el cono de manera inversa para poder medir el asentamiento que presentó el concreto al colocar la varilla sobre el cono en la parte superior y con un flexómetro ver el valor en pulgadas.

Figura 37.

Prueba del Slump, llenado y compactado del cono



Figura 38.

Prueba del Slump, enrasado y medición del asentamiento



Contenido de aire en mezcla de concreto fresco por el Método de Presión (NTP 339.083, 2003)

Se determinará el aire contenido mediante la medición de los volúmenes del hormigón al ser sometidos distintos cambios o constantes de presión.

Para dicho proceso los materiales y equipos requeridos son; las muestras de concreto fresco, medidores de aire (Olla de Washington); el equipo consiste en un recipiente acerado con tapa cuya capacidad mínima es de 6 litros. La tapa está equipada con sujetadores de goma para sellar contra el recipiente y también se suministra con los siguientes accesorios: llaves de agua, entrada y limpieza, una llave para sellar la tapa al recipiente, cámara para medir la presión mediante un disco, una bomba que se opera de forma manual, también contara con una válvula para transportar el aire a la válvula que realizara el purgado y así regular la presión de arranque en el disco y otros accesorios: una sonda de calibración y un tubo de bronce que se puede enroscar en uno de los grifos, varilla lisa de metal, martillo con maso de madera y cabezal de goma, una regla de metal y una inyectora de goma.

A continuación, se detalla el procedimiento, el concreto fresco se divide inicialmente en tres capas distribuidas de manera equitativa, y cada capa se compacta 25 veces con una varilla lisa, después de la compactación, se golpea el costado del contenedor de 10 a 15 veces con un martillo de goma, se nivela con una regla de metal, luego se comprime. limpiamos con un trapo y se cierra la tapa y apretamos con una llave, cerramos la válvula de aire y abrimos la llave de agua, con una jeringa de goma dejamos pasar agua por una de las llaves de agua hasta que salga por la otra llave, golpea el costado con un martillo para forzar la salida de burbujas de aire del agua entrante, se bombea el aire que mantiene los conductos hacia la cámara de presión hasta que el indicador alcance la marca de presión

original, cierre ambos grifos para abrir la válvula de entrada y lea el contenido de aire registrado en el indicador. más cercano al 0,1%

Figura 39.

Prueba de contenido de aire



Elaboración de especímenes de concreto y curado

La elaboración y curado de los especímenes tanto cilíndricos como prismáticos se realizaron siguiendo las consideraciones de la NTP 339.033.

Para las probetas cilíndricas se llenó el concreto a cada tercio de altura, se varillo 25 veces en espiral, número de varilladas correspondientes al diámetro del molde, adicionalmente a esta indicación se golpeó el perímetro del molde con un martillo de goma, después de varillar la tercera capa se agrega más concreto para realizar el enrasado final.

Para la elaboración de las probetas prismáticas se engrasaron los moldes y se procedió a llenarlos en capas según el método de ensayo. En este caso debido a que la altura del molde era 15 cm y la forma de compactar era con varilla el número de capas que se utilizaron para compactar el concreto fueron dos. La norma NTP

339.033 recomienda un golpe por cada 14 cm² de sección horizontal, por lo tanto, se aplicaron 54 golpes por cada capa de concreto.

Figura 40.

Elaboración de probetas cilíndricas



Figura 41.

Elaboración de probetas prismáticas



Figura 42.

Elaboración de probetas cilíndricas y prismáticas



Paso siguiente se procedió a retirar los moldes a las 30 horas después de moldeados para luego introducirlos en la posa de curado, donde se tenía agua potable incorporada con cal.

Figura 43.

Proceso de curado de los especímenes



Resistencia a compresión del concreto-NTP 339.034

La resistencia a compresión unitaria f'_b se determinó dividiendo la carga de rotura entre el área bruta (unidades sólidas) o entre el área neta (unidades huecas). Y la resistencia a compresión característica f'_b se obtuvo restando una desviación estándar al promedio de los resultados de resistencia unitaria a compresión usando la siguiente fórmula contigua:

Cálculo y resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

$$Fb = \frac{F}{A}$$

Donde:

F: Carga máxima o fuerza de rotura en kg.

A: Área neta del bloque en cm².

F’b: Resistencia neta kg/cm².

O: Desviación estándar.

El ensayo se realizó con unidades secas, a las cuales se les cubrió con yeso-cemento para uniformizar el contacto entre éstas y los cabezales de la máquina de compresión.

Primero se procedió a retirar los testigos de concreto de la zona de curado su tiempo o edad a ensayar. Posteriormente se toma la medida del elemento en sus medidas de ancho, largo y su diámetro con una variación de 0.1 mm, estas medidas se utilizarán en el cálculo del área para su respectivo resultado, seguido a esto se libera de impurezas las bases y se posicionan en la prensa para proceder con el ensayo a la compresión.

Finalmente se aplicó la carga en forma continua a una velocidad de 0.26 Mpa/s. La carga se aplicó constante desde el inicio hasta que se produjo la rotura de la probeta.

Los resultados obtenidos mediante los ensayos de compresión, se llevarán a tablas Excel, en la cual se realizarán los diferentes cálculos para poder obtener los parámetros que nos indiquen cuales fueron las variaciones en las propiedades del concreto, y si estas fueron las que cumplieron con las hipótesis presentadas en la presente investigación. Los datos recolectados y obtenidos después de realizar los ensayos en el laboratorio de la muestra patrón y las muestras experimentales serán analizadas en un estudio estadístico para la presentación de resultados obtenidos.

Figura 44.

Ensayo de la resistencia a la compresión a los 7 días



Figura 45.

Ensayo de la resistencia a la compresión a los 7 días



Figura 46.

Ensayo de la resistencia a la compresión a los 14 días



Figura 47.

Ensayo de la resistencia a la compresión a los 14 días



Figura 48.

Ensayo de la resistencia a la compresión a los 28 días

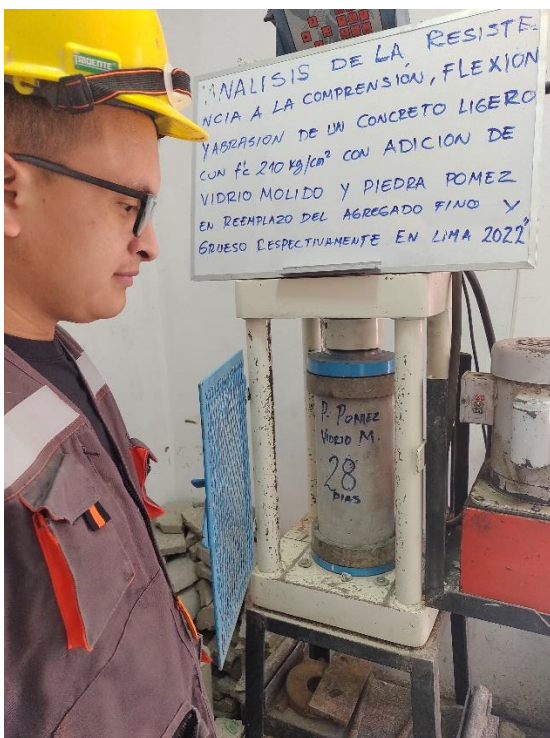


Figura 49.

Ensayo de la resistencia a la compresión a los 28 días

**Resistencia a la flexión del concreto-NTP 339.079**

La resistencia a la flexión, también conocida como módulo de ruptura, o resistencia flexural, es una propiedad material que se manifiesta como esfuerzos ocurridos justo antes de ceder en una prueba de flexión. Con mayor frecuencia se emplea la prueba flexional transversal, en la cual un espécimen de sección circular o rectangular se arquea hasta que se fractura o cede al someterlo a una prueba de tres puntos.

El ensayo se realizó con unidades secas, a las cuales se les cubrió con yeso-cemento para uniformizar el contacto entre éstas y los cabezales de la máquina de compresión.

El procedimiento se desarrolló de la siguiente manera; se coloca la muestra de manera horizontal sobre los accesorios para flexión y se aplica la carga dentro

del tercio central donde debe ocurrir el fallo. La carga que se debe aplicar tendrá una aproximación entre el 3% y el 6% de la carga última estimada. Se empleará calibradores plomo estándar de 0,1 mm (0,004 pulg.) y 0,38 mm (0,015 pulg.) donde se determinará si existe un espacio de 25 mm (1 pulg.) o más entre la muestra y la superficie del bloque, mayor o menor que el espesor la superficie de contacto del indicador está pulida, enchapada o acolchada con piezas de cuero para evitar huecos o espacios mayores de 0,1 mm (0,004 pulg.). La pieza de cuero deberá tener una medida de espesor no mayor de 6,4 mm (0,25 pulg.) y de 25 a 50 mm (1 a 2 pulg.) de ancho, cubriendo todo el ancho de la muestra. Los espacios de más de 0,38 mm (0,015 in) solo se pueden eliminar recortando o limando la superficie. Se recomienda minimizar el pulido lateral de la muestra, ya que puede cambiar las propiedades físicas de la muestra y afectar los resultados de la prueba.

Esta carga obtenida deberá ser aplicada de una forma constante y uniforme, esto hacia el pisón que irá incrementando su fuerza a un valor aproximado con intervalos de 0.9 Mpa/min hasta 1.2 Mpa/min, con la finalidad de obtener el fallo del elemento, la fuerza de carga que se ejerce sobre el testigo se calculará utilizando la formula mostrada:

$$r = \frac{Sb d^2}{L}$$

Donde:

r = rata de carga, MN/min (lb/min).

S = rata de incremento de la tensión en la fibra extrema, MPa/min (psi/min).

b = ancho promedio de la muestra, mm (pulg).

d = altura promedio de la muestra, mm (pulg) y

L = longitud de la luz de la muestra, mm (pulg).

Medición de la muestra después del ensayo.

Se tomará la medida de los extremos del elemento al ser seccionados desde los bordes y el centro, teniendo un valor de precisión de 0.05”. determinando el ancho promediado, la altura correspondiente y la sección donde deberá ocurrir la fractura que sería en el tercio central señalado.

En caso de que el fallo ocurra en una de las secciones refrentadas, se tomara el espesor y deberá ser incluido de igual forma dentro de la medida.

Calculo

Se usará la siguiente formula si se observa que el fallo ocurre dentro del tercio central en la zona de tensión de acuerdo a la luz libre:

$$R = \frac{P \cdot l}{b \cdot d^2}$$

Donde:

R = módulo de rotura KPa (psi),

P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo N(lbf),

l = longitud libre entre apoyos mm, (pulg),

b = ancho promedio de la muestra mm, (pulg), y

d = altura promedio de la muestra mm, (pulg), incluyendo el espesor refrentado, si corresponde.

En caso de que el fallo ocurra en una de las secciones refrentadas a una sección referencial de 5% de luz libre, se tomara el espesor y deberá ser incluido de igual forma dentro de la medida:

$$R = \frac{3P \cdot a}{b \cdot d^2}$$

Donde:

a = distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano,
medida sobre la zona de tensión de la viga, mm.

En caso de que el fallo ocurra en una de las secciones refrentadas a una sección referencial mayor a la de 5% de luz libre, se deberá volver a realizar el ensayo hasta obtener un valor dentro de lo indicado.

Los resultados obtenidos mediante los ensayos de flexión, se llevarán a tablas Excel, en la cual se realizarán los diferentes cálculos para poder obtener los parámetros que nos indiquen cuales fueron las variaciones en las propiedades del concreto, y si estas fueron las que cumplieron con las hipótesis presentadas en la presente investigación. Los datos recolectados y obtenidos después de realizar los ensayos en el laboratorio de la muestra patrón y las muestras experimentales serán analizadas en un estudio estadístico para la presentación de resultados obtenidos.

Figura 50.

Ensayo de la resistencia a la flexión a los 7 días



Figura 51.

Ensayo de la resistencia a la flexión a los 7 días



Figura 52.

Ensayo de la resistencia a la flexión a los 14 días



Figura 53.

Ensayo de la resistencia a la flexión a los 14 días



Figura 54.

Ensayo de la resistencia a la flexión a los 28 días



Figura 55.

Ensayo de la resistencia a la flexión a los 28 días



Resistencia a la Abrasión NTP 400.019

El presente Modo Operativo es un proceso en el cual se genera un desgaste y refrantado de los agregados a utilizar mediante una combinación de acciones, estos serán determinados con los procesos de trituración, abrasión o finalmente como un impacto, esto se da dentro de un tambor cilíndrico de tamaño adecuado en el cual se introducirán esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al proceder con el giro del molde, se creará una reacción de trituración al chocar las esferas de acero con el material introducido. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, se procede a retirar el material del tambor y a su vez las esferas de acero, para poder llevar a un proceso de tamizado y tomar la medida de los agregados posterior a su gradación midiendo la pérdida en porcentajes.

Los valores están establecidos en unidades del Sistema Internacional y serán considerados como estándar.

Referencias Normativas

NTP 400.019: Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles.

Equipos a utilizar

Máquina de Los Ángeles: La Máquina de Los Ángeles tendrá las características esenciales que se muestran en la Figura 14. La máquina consistirá en un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, de dimensiones mostradas en la Figura 14, con un diámetro interior de $711 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ (28 pulg $\pm 0,2$ pulg) y una longitud interior de $508 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ (20 pulg $\pm 0,2$ pulg). El cilindro será

montado sobre ejes salientes de sus costados, no pasantes, de tal manera que pueda rotar con el eje en posición horizontal, con una tolerancia en la inclinación de 1 en 100.

El cilindro debe tener una abertura para la introducción de la muestra de ensayo. Tiene una cubierta hermética al polvo y provista de medios para atornillarla en su lugar. El cobertor también será diseñado para mantener el contorno cilíndrico de la superficie interior. Una pestaña removible de acero, que abarque toda la longitud del cilindro y se proyecte radialmente hacia adentro $89 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ (3,5 pulg $\pm 0,1$ pulg), será montada en el interior de la superficie cilíndrica del cilindro, de tal manera que un plano centrado en la cara mayor coincida con un plano axial. La pestaña deberá ser de 25,4 mm de espesor y montada por tornillos u otros medios de tal modo que quede firme y rígida. La localización de la pestaña se hará de tal manera que la muestra y las esferas de acero no impacten en las cercanías de la abertura y su cubierta; y, la distancia desde la pestaña hasta la abertura, medida a lo largo de la circunferencia del exterior del cilindro en la dirección de rotación, no será menor de 1 270 mm (50 pulg). Inspeccionar periódicamente la pestaña para determinar que no está inclinada a lo largo o desde su posición normal radial con respecto al cilindro. Si se encuentra una de estas condiciones, repare o reemplace la pestaña antes de realizar futuros ensayos.

Es preferible el uso de una pestaña de acero resistente al desgaste de sección rectangular y montada independientemente de la cubierta. No obstante, se puede utilizar una pestaña que consiste en una sección de perfil angular laminado, apropiadamente montada en el interior del plato cobertor, provisto que la dirección de rotación es tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

La máquina deberá ser impulsada y equilibrada como para mantener una velocidad periférica uniforme (Nota 3). Si se utiliza un ángulo como pestaña, la dirección de rotación deberá ser tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

Una pérdida de carrera en el mecanismo de impulsión puede arrojar resultados que no sean reproducidos por otra Máquina de Los Ángeles con velocidad periférica constante.

Tamices: Conforme con la NTP 350.001.

Balanza: Una balanza o báscula con exactitud al 0,1 % de la carga de ensayo sobre el rango requerido para este ensayo.

Carga: La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g. La carga, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo, será como sigue:

Podrá utilizarse cojinetes de bola de 46,00 mm (1 13/16 pulg) y 47,6 mm (1 7/8 pulg) de diámetro, cada una con una masa de aproximadamente de 400 g y 440 g, respectivamente. Podrán utilizarse también esferas de acero de 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro con una masa de aproximadamente 420 g. La carga podrá consistir en una mezcla de estas medidas conforme a las tolerancias de masa indicadas anteriormente.

Muestra

Lavar y secar al horno la muestra reducida a peso constante, a 110 ± 5 °C, separar cada fracción individual y recombinar a la gradación de la Tabla anterior, lo más cercano correspondiendo al rango de medidas de la muestra conforme para el

trabajo. Registrar la masa de la muestra previamente al ensayo con aproximación a 1 g.

Se obtendrá una muestra de campo de acuerdo con MTC E 201 y se reducirá a un tamaño adecuado de acuerdo con la ASTM C 702.

Procedimiento

Se coloca la muestra dentro de la máquina de Los Ángeles y se genera una rotación constante de 30 rpm a 33rpm, medido en revoluciones o 500 giros. Una vez terminado los giros o revoluciones, se descarga el material de la máquina y se procede a separar una cantidad de la muestra para ser tamizado por la malla (N° 12). Tamizar la porción más fina que 1,70 mm conforme al Modo Operativo MTC E 204. Lavar el material más grueso que la malla de 1,70 mm y secar al horno a 110 ± 5 °C, consiguiendo un peso consecutivo con una aproximación de valor a 1g.

Si la muestra está esencialmente libre de revestimiento y polvo el requerimiento de lavado puede ser obviado, pero siempre se requiere secar antes del ensayo. Por lo tanto, en el caso del ensayo de arbitraje se efectuará el lavado.

La eliminación del lavado después del ensayo raramente reducirá las pérdidas de medida en más de 0,2 % de la masa original de la muestra.

Información válida sobre la uniformidad de la muestra de ensayo podrá obtenerse por la determinación de la pérdida luego de 100 revoluciones. Esta pérdida podría ser determinada sin lavado del material más grueso que el tamiz normalizado de 1,70 mm (N° 12). La relación de la pérdida después de 100 revoluciones frente a la pérdida luego de 500 revoluciones no excederá mayormente 0,20 para material de dureza uniforme. Cuando se realiza esta determinación, tener cuidado de evitar pérdida de alguna parte de la muestra,

retornar la muestra entera incluyendo el polvo de la fractura, a la máquina de ensayo para las 400 revoluciones finales requeridas para completar el ensayo.

Cálculos e Informe

Cálculos

Calcular la pérdida (diferencia entre la masa inicial y final de la muestra) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Informar este valor como el porcentaje de pérdida.

El porcentaje de pérdida determinado por este método no tiene una relación consistente conocida con el porcentaje de pérdida del mismo material cuando se determina por el Modo Operativo MTC E 207.

Informe

Proporcionar la siguiente información:

- Identificación de la muestra como fuente, tipo y tamaño nominal máximo.
- Gradación de acuerdo con la Tabla 1 de la NTP 400.019, utilizada para el ensayo; y
- Pérdida por abrasión e impacto de la muestra, expresada con aproximación al 1 % por masa.

Figura 56.

Ensayo Experimental de Abrasión



Figura 57.

Ensayo Experimental de Abrasión

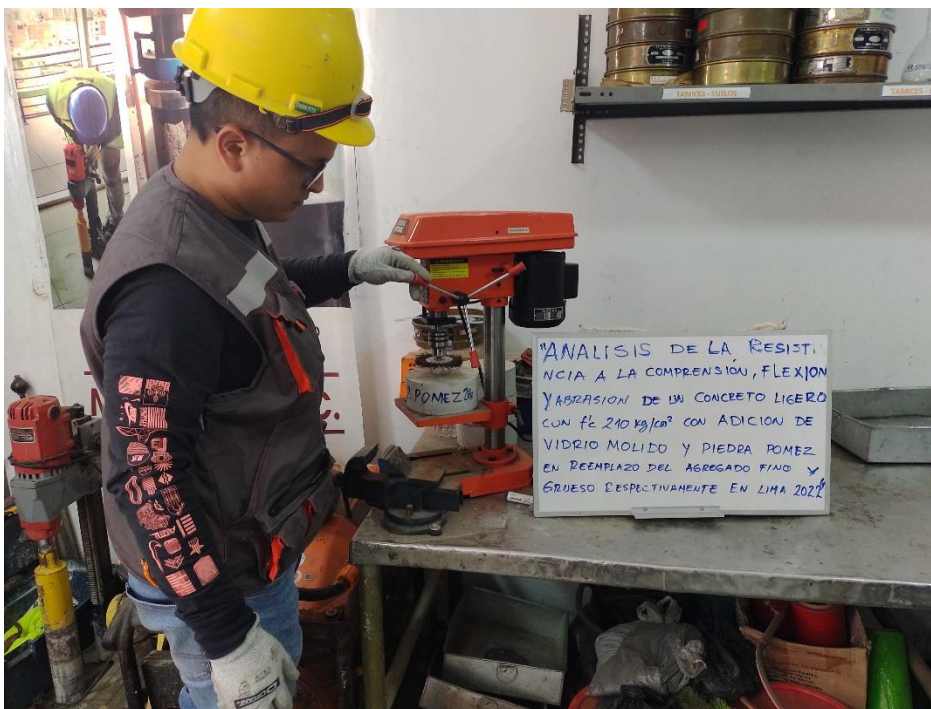


Figura 58.

Ensayo Experimental de Abrasión



CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Resultados del Objetivo Específico 1

Obtener la caracterización física de los agregados convencionales y no convencionales para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto f'c 210 kg/cm², Lima.

Luego de desarrollar el procedimiento del objetivo específico 1, se obtuvieron los siguientes resultados:

Primero se realizó el análisis granulométrico del agregado fino y grueso.

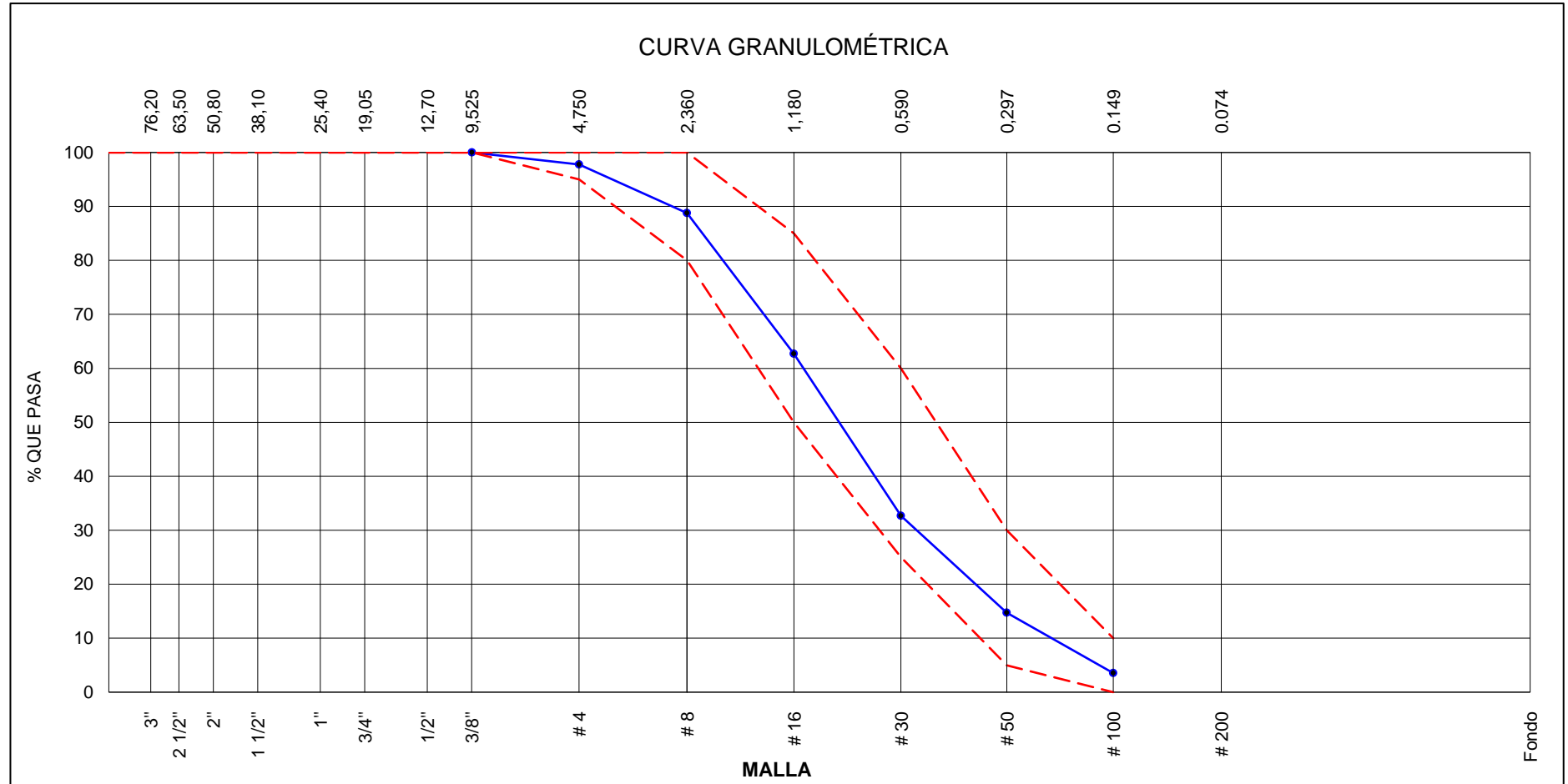
Figura 59.

Análisis granulométrico del agregado fino ASTM C33/C33M - 18

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	8.2	2.27	2.27	97.73	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	33.0	9.14	11.41	88.59	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	95.6	26.48	37.89	62.11	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	110.2	30.53	68.42	31.58	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	66.0	18.28	86.70	13.30	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	25.0	6.93	93.63	6.37	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	15.0	4.16	97.78	2.22	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	8.0	2.22	100.00	0.00	0.00	0.00

Figura 60.

Curva granulométrica del agregado fino ASTM C33/C33M - 18



Del análisis granulométrico y la curva granulométrica del agregado fino mostrados en la figura 59 y 60, donde se obtuvo un módulo de fineza de 3.00, un TNM de 3/8” y % < Malla N° 200 = 2.12, definiendo de esa manera los límites inferiores y superiores del agregado fino.

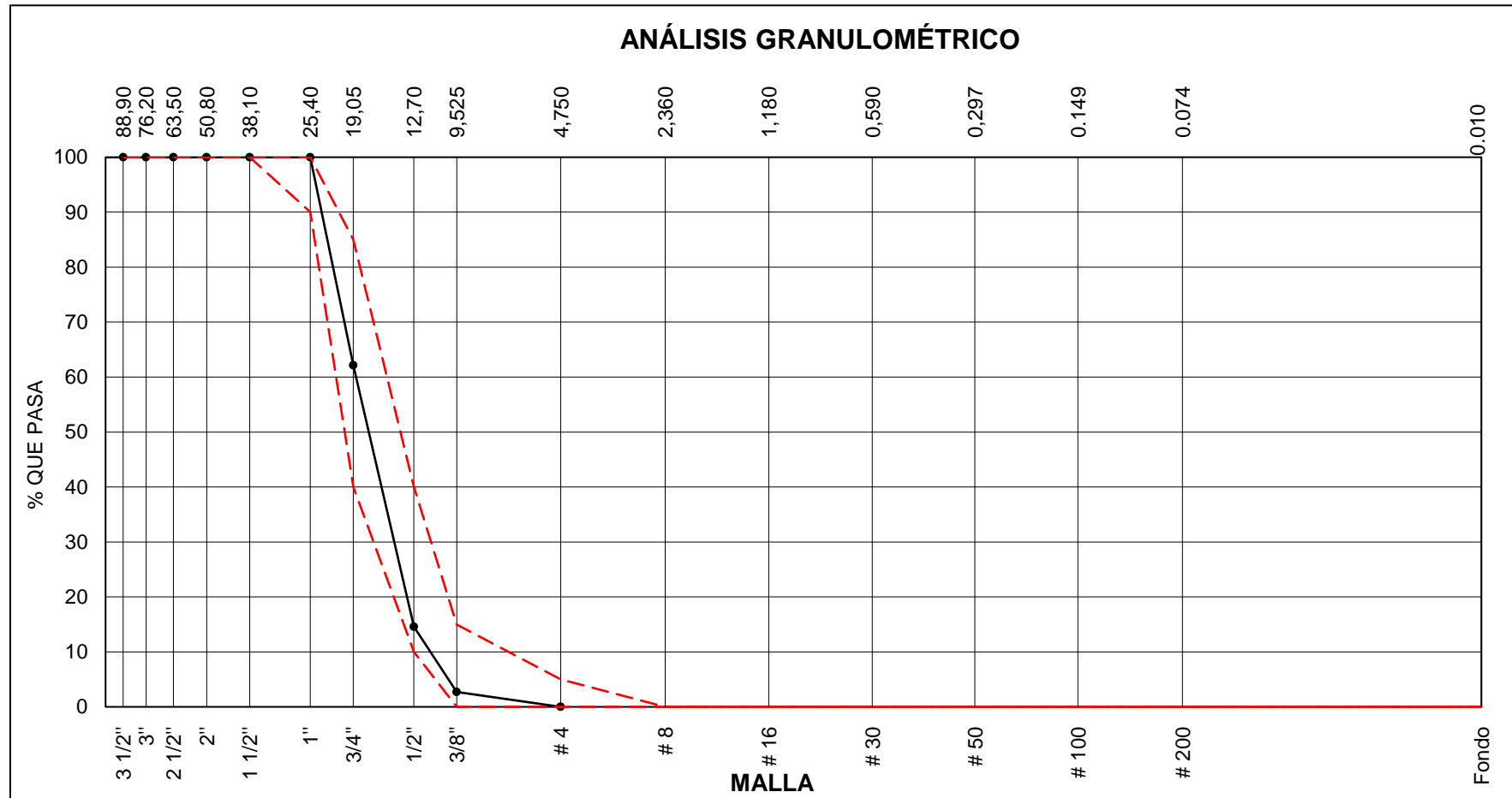
Figura 61.

Análisis granulométrico del agregado grueso ASTM C33/C33M - 18

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	495	37.86	37.86	62.14	40	85.00
1/2"	12.70 mm	622	47.57	85.42	14.58	10	40.00
3/8"	9.53 mm	155	11.85	97.28	2.72	0	15.00
# 4	4.75 mm	35.6	2.72	100	0	0	5.00
# 8	2.36 mm	0	0	100	0	0	0.00
# 16	1.18 mm	0	0	100	0	0	0.00
# 30	0.59 mm	0	0	100	0	0	0.00
# 50	0.30 mm	0	0	100	0	0	0.00
# 100	0.15 mm	0	0	100	0	0	0.00
# 200	0.07 mm	0	0	100	0	0	0.00
Fondo	0.01 mm	0	0	100	0	0	0.00

Figura 62.

Curva granulométrica del agregado grueso ASTM C33/C33M - 18



Del análisis granulométrico y la curva granulométrica del agregado grueso mostrados en la figura 61 y 62, donde se obtuvo un módulo de fineza de 8.21, un máximo tamaño del agregado grueso de 1”, un TNM de 3/4” definiendo de esa manera los límites inferiores y superiores del agregado grueso. También se debe tomar en cuenta que el agregado grueso cumple con el 0.25 % de arcillas.

Luego de la obtención de los resultados de los ensayos a los agregados se procedió a realizar un resumen de las características físicas del agregado fino y grueso los cuales se detallan a continuación.

Figura 63.

Características físicas del agregado fino

CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO		NORMAS TECNICAS
P. específico de masa seco (kg/m ³)	483.3	NTP 400.021
P. específico de masa SSS (kg/m ³)	2660	NTP 400.021
P. específico de masa aparente (kg/m ³)	2821	NTP 400.021
Absorción (%)	3.445	NTP 400.021
P. unitario compactado (kg/m ³)	1746	NTP 400.017
P. unitario suelto (kg/m ³)	1681	NTP 400.017
Contenido de humedad (%)	1.50	NTP 339.185
Módulo de fineza	3.00	NTP 400.012
% < Malla N° 200 (0.75 μm)	2.12	NTP 400.012

Figura 64.

Características físicas del agregado grueso

CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO		NORMAS TECNICAS
P. específico de masa seco (kg/m ³)	2689	NTP 400.021
P. específico de masa SSS (kg/m ³)	2719	NTP 400.021
P. específico de masa aparente (kg/m ³)	2771	NTP 400.021
Absorción (%)	1.40	NTP 400.021
P. unitario compactado (kg/m ³)	1549	NTP 400.017
P. unitario suelto (kg/m ³)	1149	NTP 400.017
Contenido de humedad (%)	0.4	NTP 339.185
Tamaño Máximo	1”	NTP 400.012
Tamaño Máximo Nominal	3/4”	NTP 400.012
Módulo de fineza	8.21	NTP 400.012
% < Malla N° 200 (0.75 μm)	0.70	NTP 400.012

Con los datos obtenidos se procederá a realizar el diseño de mezcla Patrón, con adición de 4, 7 y 10% de vidrio molido y piedra pómez.

3.2. Resultados del Objetivo Especifico 2

Realizar el diseño de mezcla del concreto patrón y concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima.

Diseño de mezcla del concreto $f'c$ 210 kg/cm² Patrón

Figura 65.

Diseño de mezcla del concreto $f'c$ 210 kg/cm² Patrón

1. Resistencia a la compresión requerida $F'cr$	294 kg/cm ²
2. Relación agua cemento	0.56
3. Determinación del volumen de agua	205 litros
4. Cantidad de aire atrapado	2.0 %
5. Cálculo de la cantidad de cemento	366 kg
6. Factor cemento (Bolsas x m ³)	8.6 bolsas
7. Cálculo del volumen de agregados Volumen de pasta Volumen de agregados	0.3412 m ³ 0.6588 m ³
8. Proporción de agregados secos Agregado grueso Agregado fino	0.3341 m ³ = 898 kg 0.3247 m ³ = 835 kg
9. Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad Agregado grueso Agregado fino	992 kg 847 kg
10. Agua efectiva corregida por absorción y humedad	228 litros
11. Volumen de tanda de prueba Cemento SOL Tipo 1 Agua Agregado grueso Agregado fino Slump Obtenido	0.03 m ³ 10.98 kg 6.83 litros 27.06 kg 25.42 kg 3”
12. Proporción en volumen de obra Cemento SOL Tipo 1 Agua Agregado grueso Agregado fino	1 2.3 2.46 26.4 L/bolsa

Diseño de mezcla del concreto f’c 210 kg/cm² + de 4% de vidrio molido y 4% de piedra pómez.

Figura 66.

Diseño de mezcla del concreto f’c 210 kg/cm² + de 4% de vidrio molido y 4% de piedra pómez.

1. Resistencia a la compresión requerida F’cr	294 kg/cm ²
2. Relación agua cemento	0.56
3. Determinación del volumen de agua	205 litros
4. Cantidad de aire atrapado	2.0 %
5. Cálculo de la cantidad de cemento	366 kg
6. Factor cemento (Bolsas x m ³)	8.6 bolsas
7. Cálculo del peso de vidrio molido	14.64 kg x m ³ 4.0%
8. Cálculo del peso de piedra pómez	14.64 kg x m ³ 4.0%
9. Cálculo del volumen de agregados Volumen de pasta Volumen de agregados	0.3412 m ³ 0.6588 m ³
10. Proporción de agregados secos Agregado grueso Agregado fino	0.3341 m ³ = 898 kg 0.3247 m ³ = 835 kg
11. Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad Agregado grueso Agregado fino	992 kg 847 kg
12. Agua efectiva corregida por absorción y humedad	228 litros
13. Volumen de tanda de prueba Cemento SOL Tipo 1 Agua Agregado grueso Agregado fino Slump Obtenido Vidrio molido Piedra pómez	0.03 m ³ 10.98 kg 6.83 litros 26.62 kg 24.98 kg 3 1/2” 0.44 kg 0.44 kg
14. Proporción en volumen de obra Cemento SOL Tipo 1 Agua Agregado grueso Agregado fino	1 2.3 2.46 26.4 L/bolsa

Diseño de mezcla del concreto f’c 210 kg/cm² + de 7% de vidrio molido y 7% de piedra pómez.

Figura 67.

*Diseño de mezcla del concreto f’c 210 kg/cm² + de 7% de vidrio molido y
 7% de piedra pómez.*

1. Resistencia a la compresión requerida F’cr	294 kg/cm ²
2. Relación agua cemento	0.56
3. Determinación del volumen de agua	205 litros
4. Cantidad de aire atrapado	2.0 %
5. Cálculo de la cantidad de cemento	366 kg
6. Factor cemento (Bolsas x m ³)	8.6 bolsas
7. Cálculo del peso de vidrio molido	25.63 kg x m ³ 7.0%
8. Cálculo del peso de piedra pómez	25.63 kg x m ³ 7.0%
9. Cálculo del volumen de agregados Volumen de pasta Volumen de agregados	0.3412 m ³ 0.6588 m ³
10. Proporción de agregados secos Agregado grueso Agregado fino	0.3341 m ³ = 898 kg 0.3247 m ³ = 835 kg
11. Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad Agregado grueso Agregado fino	992 kg 847 kg
12. Agua efectiva corregida por absorción y humedad	228 litros
13. Volumen de tanda de prueba Cemento SOL Tipo 1 Agua Agregado grueso Agregado fino Slump Obtenido Vidrio molido Piedra pómez	0.03 m ³ 10.98 kg 6.83 litros 26.29 kg 24.65 kg 3 1/2” 0.77 kg 0.77 kg
14. Proporción en volumen de obra Cemento SOL Tipo 1 Agua Agregado grueso Agregado fino	1 2.3 2.46 26.4 L/bolsa

Diseño de mezcla del concreto $f'c$ 210 kg/cm² + de 6% de cenizas de carbón y 2% escoria de cobre

Figura 68.

Diseño de mezcla del concreto $f'c$ 210 kg/cm² + de 10% de vidrio molido y 10% de piedra pómez.

1. Resistencia a la compresión requerida $F'cr$	294 kg/cm ²
2. Relación agua cemento	0.56
3. Determinación del volumen de agua	205 litros
4. Cantidad de aire atrapado	2.0 %
5. Cálculo de la cantidad de cemento	366 kg
6. Factor cemento (Bolsas x m ³)	8.6 bolsas
7. Cálculo del peso de vidrio molido	36.61 kg x m ³ 10.0%
8. Cálculo del peso de piedra pómez	36.61 kg x m ³ 10.0%
9. Cálculo del volumen de agregados Volumen de pasta Volumen de agregados	0.3412 m ³ 0.6588 m ³
10. Proporción de agregados secos Agregado grueso Agregado fino	0.3341 m ³ = 898 kg 0.3247 m ³ = 835 kg
11. Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad Agregado grueso Agregado fino	992 kg 847 kg
12. Agua efectiva corregida por absorción y humedad	228 litros
13. Volumen de tanda de prueba Cemento SOL Tipo 1 Agua Agregado grueso Agregado fino Slump Obtenido Vidrio molido Piedra pómez	0.03 m ³ 10.98 kg 6.83 litros 25.96 kg 24.32 kg 4" 1.10 kg 1.10 kg
14. Proporción en volumen de obra Cemento SOL Tipo 1 Agua Agregado grueso Agregado fino	1 2.3 2.46 26.4 L/bolsa

3.3. Resultados del Objetivo Especifico 3

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima.

Para la obtención de resultados del presente objetivo se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión basados en la norma ASTM C39, dichos resultados se analizarán a un concreto $f'c$ 210 kg/cm² de acuerdo al tiempo de secado del concreto en 7, 14 y 28 días, se realizó diseño de la siguiente manera: Diseño patrón, diseño 4%, 7% y 10% de vidrio molido y 4%, 7% y 10% de piedra pómez. Los resultados obtenidos se mostrarán en las tablas 11, 12 y 13.

Tabla 11

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA UN CONCRETO $f'c$ = 210 kg/cm ² BASADO EN LA NORMA ASTM C39				
IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% $f'c$
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON	7	27850	158 kg/cm ²	75.05
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON	7	27966	158 kg/cm ²	75.36
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON	7	28250	160 kg/cm ²	76.12
PROMEDIO DISEÑO PATRON	7	28022	159 kg/cm ²	75.51
PROBETA N° 01 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	7	29690	168 kg/cm ²	80.01
PROBETA N° 02 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P	7	30285	171 kg/cm ²	81.61
PROBETA N° 03 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P	7	30441	172 kg/cm ²	82.03
PROMEDIO DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P	7	30139	171 kg/cm ²	81.21

PROBETA N° 01 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	7	27114	153 kg/cm ²	73.06
PROBETA N° 02 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	7	27310	155 kg/cm ²	73.59
PROBETA N° 03 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	7	27498	156 kg/cm ²	74.10
PROMEDIO DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	7	27307	155 kg/cm ²	73.58
PROBETA N° 01 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	7	26336	149 kg/cm ²	70.97
PROBETA N° 02 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	7	25971	147 kg/cm ²	69.98
PROBETA N° 03 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	7	26022	147 kg/cm ²	70.12
PROMEDIO DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	7	26110	148 kg/cm ²	70.36

Paso siguiente, se muestran los resultados a los 14 días de secado.

Tabla 12

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA UN CONCRETO f'c = 210 kg/cm ² BASADO EN LA NORMA ASTM C39				
IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON	14	35101	199 kg/cm ²	94.59
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON	14	35441	201 kg/cm ²	95.50
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON	14	35590	201 kg/cm ²	95.90
PROMEDIO DISEÑO PATRON	14	35377	200 kg/cm ²	95.33
PROBETA N° 04 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	14	36522	207 kg/cm ²	98.42
PROBETA N° 05 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P	14	36411	206 kg/cm ²	98.12
PROBETA N° 06 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P	14	36788	208 kg/cm ²	99.13

PROMEDIO DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P	14	36574	207 kg/cm ²	98.55
PROBETA N° 04 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	14	34565	196 kg/cm ²	93.14
PROBETA N° 05 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	14	34714	196 kg/cm ²	93.54
PROBETA N° 06 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	14	34966	198 kg/cm ²	94.22
PROMEDIO DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	14	34748	197 kg/cm ²	93.64
PROBETA N° 04 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	14	33885	192 kg/cm ²	91.31
PROBETA N° 05 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	14	33556	190 kg/cm ²	90.42
PROBETA N° 06 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	14	34022	193 kg/cm ²	91.68
PROMEDIO DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	14	33821	191 kg/cm ²	91.14

Paso siguiente, se muestran los resultados a los 28 días de secado.

Tabla 13

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días

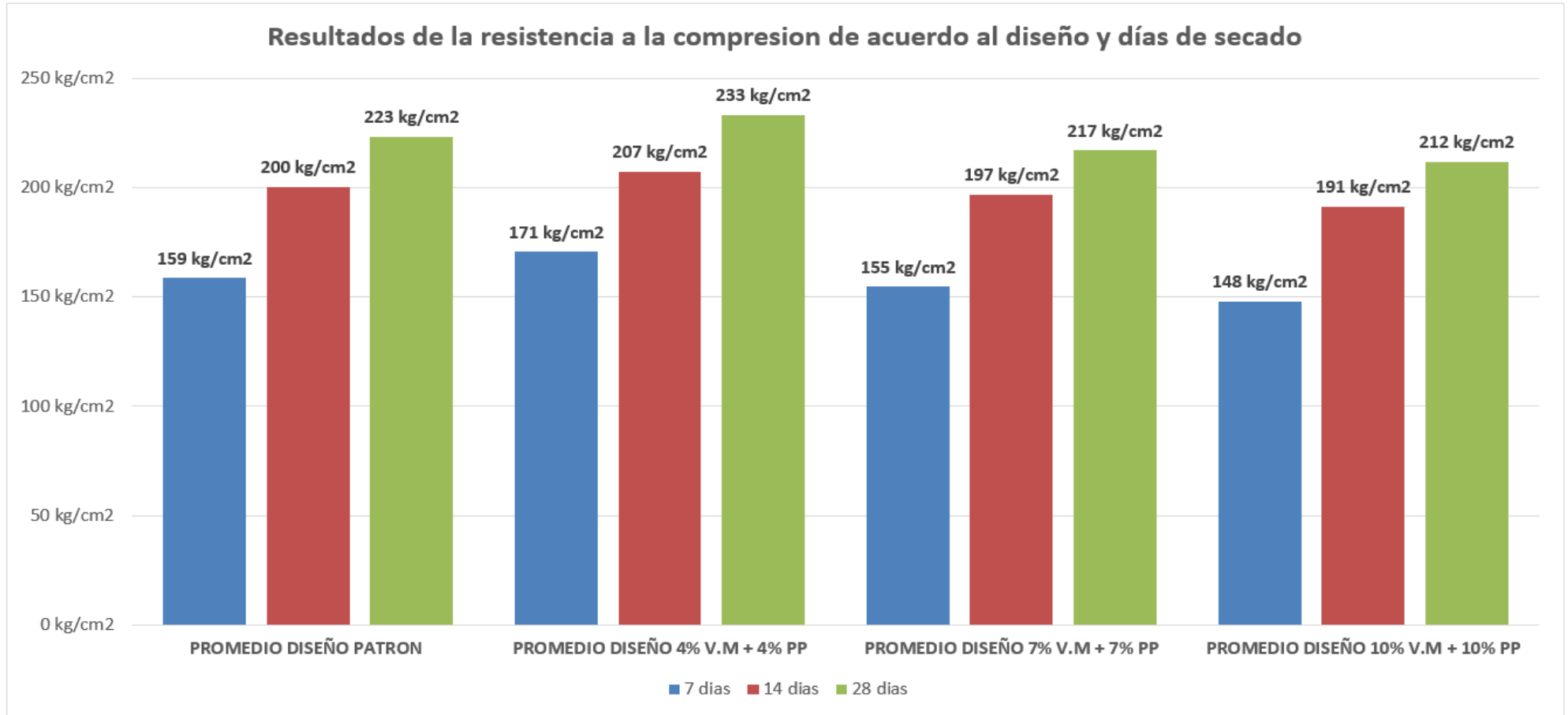
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA UN CONCRETO f'c = 210 kg/cm ² BASADO EN LA NORMA ASTM C39				
IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 07 DISEÑO PATRON	28	39665	224 kg/cm ²	106.88
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRON	28	39145	222 kg/cm ²	105.48
PROBETA N° 09 DISEÑO PATRON	28	39566	224 kg/cm ²	106.62
PROMEDIO DISEÑO PATRON	28	39459	223 kg/cm ²	106.32
PROBETA N° 07 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	28	40966	232 kg/cm ²	110.39
PROBETA N° 08 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P	28	41220	233 kg/cm ²	111.07

PROBETA N° 09 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P	28	41339	234 kg/cm ²	111.40
PROMEDIO DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P	28	41175	233 kg/cm ²	110.95
PROBETA N° 07 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	28	38277	217 kg/cm ²	103.14
PROBETA N° 08 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	28	38220	216 kg/cm ²	102.99
PROBETA N° 09 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	28	38479	218 kg/cm ²	103.69
PROMEDIO DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P	28	38325	217 kg/cm ²	103.27
PROBETA N° 07 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	28	37638	213 kg/cm ²	101.42
PROBETA N° 08 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	28	37112	210 kg/cm ²	100.01
PROBETA N° 09 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	28	37452	212 kg/cm ²	100.92
PROMEDIO DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P	28	37401	212 kg/cm ²	100.78

A continuación, se muestran el resumen de resultados obtenidos en la resistencia a la compresión de acuerdo al diseño y los días de secado.

Figura 69.

Esfuerzos obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días



De los resultados obtenidos mediante los ensayos de resistencia a la compresión se observa en la figura 69 que el de mejor comportamiento en todas las edades es el diseño con 4% vidrio molido + 4% piedra pómez. A los 7 días de secado obtuvo un esfuerzo de 171 kg/cm², a los 14 días de secado obtuvo un esfuerzo de 207 kg/cm² y a los 28 días obtuvo un esfuerzo de 233 kg/cm², en comparación con el concreto patrón a los 7 días se obtuvo una mejora del 8%, a los 14 días se obtuvo una mejora del 4% y a los 28 días se obtuvo una mejora del 4%.

3.4. Resultados del Objetivo Especifico 4

Determinar la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima.

Para la obtención de resultados del presente objetivo se realizaron los ensayos de resistencia a la flexión en concreto endurecido ASTM C, dichos resultados se analizarán de acuerdo al tiempo de secado del concreto en 7, 14 y 28 días, el concreto $f'c = 210$ kg/cm² se diseñó de la siguiente manera: Diseño patrón, diseño 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% piedra pómez. Los resultados obtenidos se mostrarán en las tablas 14, 15 y 16.

Tabla 14

Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78 ($f'c = 210$ kg/cm ²)				
IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	MODULO DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRON	7	1650	22 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO PATRON	7	1714	23 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO PATRON	7	1744	23 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO PATRON	7	1703	23 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	7	1923	26 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	7	1901	25 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	7	1955	26 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	7	1926	26 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL

VIGA N° 01 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	7	1572	21 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	7	1612	21 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	7	1633	22 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	7	1606	21 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	7	1454	19 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	7	1536	20 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	7	1563	20 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	7	1518	20 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL

Tabla 15

Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 14 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78 (f’c = 210 kg/cm ²)				
IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	MODULO DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA
VIGA N° 04 DISEÑO PATRON	14	2632	35 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 05 DISEÑO PATRON	14	2688	36 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 06 DISEÑO PATRON	14	2652	35 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO PATRON	14	2657	35 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 04 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	14	2811	37 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 05 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	14	2866	38 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 06 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	14	2840	38 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL

PROMEDIO DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	14	2839	38 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 04 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	14	2588	35 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 05 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	14	2533	34 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 06 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	14	2549	34 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	14	2557	34 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 04 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	14	2455	33 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 05 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	14	2402	32 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 06 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	14	2463	33 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	14	2440	33 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL

Tabla 16

Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días

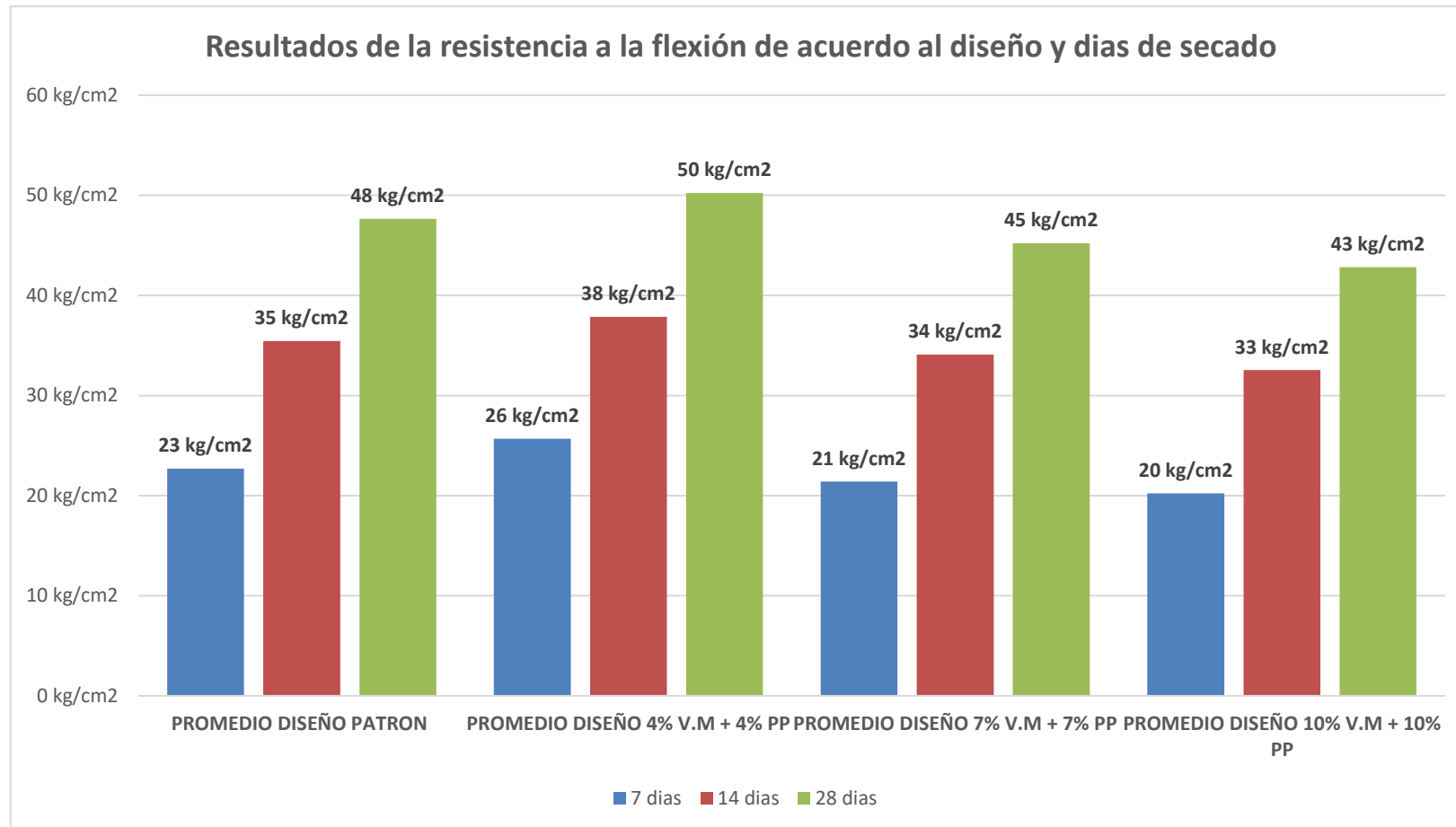
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78 (f _c = 210 kg/cm ²)				
IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	MODULO DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA
VIGA N° 07 DISEÑO PATRON	28	3532	47 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO PATRON	28	3600	48 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 09 DISEÑO PATRON	28	3587	48 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO PATRON	28	3573	48 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 07 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	28	3725	50 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	28	3766	50 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL

VIGA N° 09 DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	28	3812	51 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO 4% VIDRIO M. + 4% PIEDRA P.	28	3767	50 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 07 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	28	3422	46 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	28	3352	45 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 09 DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	28	3398	45 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO 7% VIDRIO M. + 7% PIEDRA P.	28	3391	45 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 07 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	28	3188	43 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	28	3165	42 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 09 DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	28	3285	44 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DISEÑO 10% VIDRIO M. + 10% PIEDRA P.	28	3213	42 kg/cm ²	TERCIO CENTRAL

A continuación, se muestran el resumen de resultados obtenidos en la resistencia a la flexión de acuerdo al diseño y los días de secado.

Figura 70.

Esfuerzos obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días



De los resultados obtenidos mediante los ensayos de resistencia a la flexión se observa en la figura 70 que el de mejor comportamiento en todas las edades es el diseño con 4% vidrio molido + 4% piedra pómez. A los 7 días de secado obtuvo un esfuerzo de 26 kg/cm², a los 14 días de secado obtuvo un esfuerzo de 38 kg/cm² y a los 28 días obtuvo un esfuerzo de 50 kg/cm², en comparación con el concreto patrón a los 7 días se obtuvo una mejora del 13%, a los 14 días se obtuvo una mejora del 9% y a los 28 días se obtuvo una mejora del 4%.

3.5. Resultado del Objetivo Especifico 5

Determinar la resistencia a la abrasión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima.

Para obtener los resultados del objetivo 4 se utilizará la norma ASTM C131/C131M-14 como punto de referencia.

Después de desarrollar el procedimiento del objetivo específico, obtuvimos los siguientes resultados:

Primero se obtuvo los resultados de la resistencia a la abrasión a 7 días de secado del concreto patrón y el diseño de 4%, 7% y 10% de Vidrio molido + 4%, 7% y 10% Piedra Pómez.

Tabla 17

Resultados de resistencia a la abrasión a 7 días de secado

Datos de Diseño Patrón		
PI	P500	ABRACION
9450.2	6949.6	26
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		26%
Datos de Diseño 4% Vidrio molido + 4% Piedra Pómez		
PI	P500	ABRACION
9548.1	7254.1	24
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		24%
Datos de Diseño 7% Vidrio molido + 7% Piedra Pómez		
PI	PI	PI
9688.1	7636.7	21
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		21%

Datos de Diseño 10% Vidrio molido + 10% Piedra Pómez		
PI	PI	PI
9832.3	7862.1	20
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		20%

Segundo se obtuvo los resultados de la resistencia a la abrasión a 14 días de secado del concreto patrón y el diseño de 4%, 7% y 10% de Vidrio molido + 4%, 7% y 10% Piedra Pómez.

Tabla 18

Resultados de resistencia a la abrasión a 14 días de secado

Datos de Diseño Patrón		
PI	P500	ABRACION
9470.8	7243.4	24
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		24%

Datos de Diseño 4% Vidrio molido + 4% Piedra Pómez		
PI	P500	ABRACION
9586.2	7254.1	22
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		22%

Datos de Diseño 7% Vidrio molido + 7% Piedra Pómez		
PI	PI	PI
9688.1	7636.7	21
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		21%

Datos de Diseño 10% Vidrio molido + 10% Piedra Pómez		
PI	PI	PI
9738.2	7826.1	20
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		20%

Por último, se obtuvo los resultados de la resistencia a la abrasión a 28 días de secado del concreto patrón y el diseño de 4%, 7% y 10% de Vidrio molido + 4%, 7% y 10% Piedra Pómez.

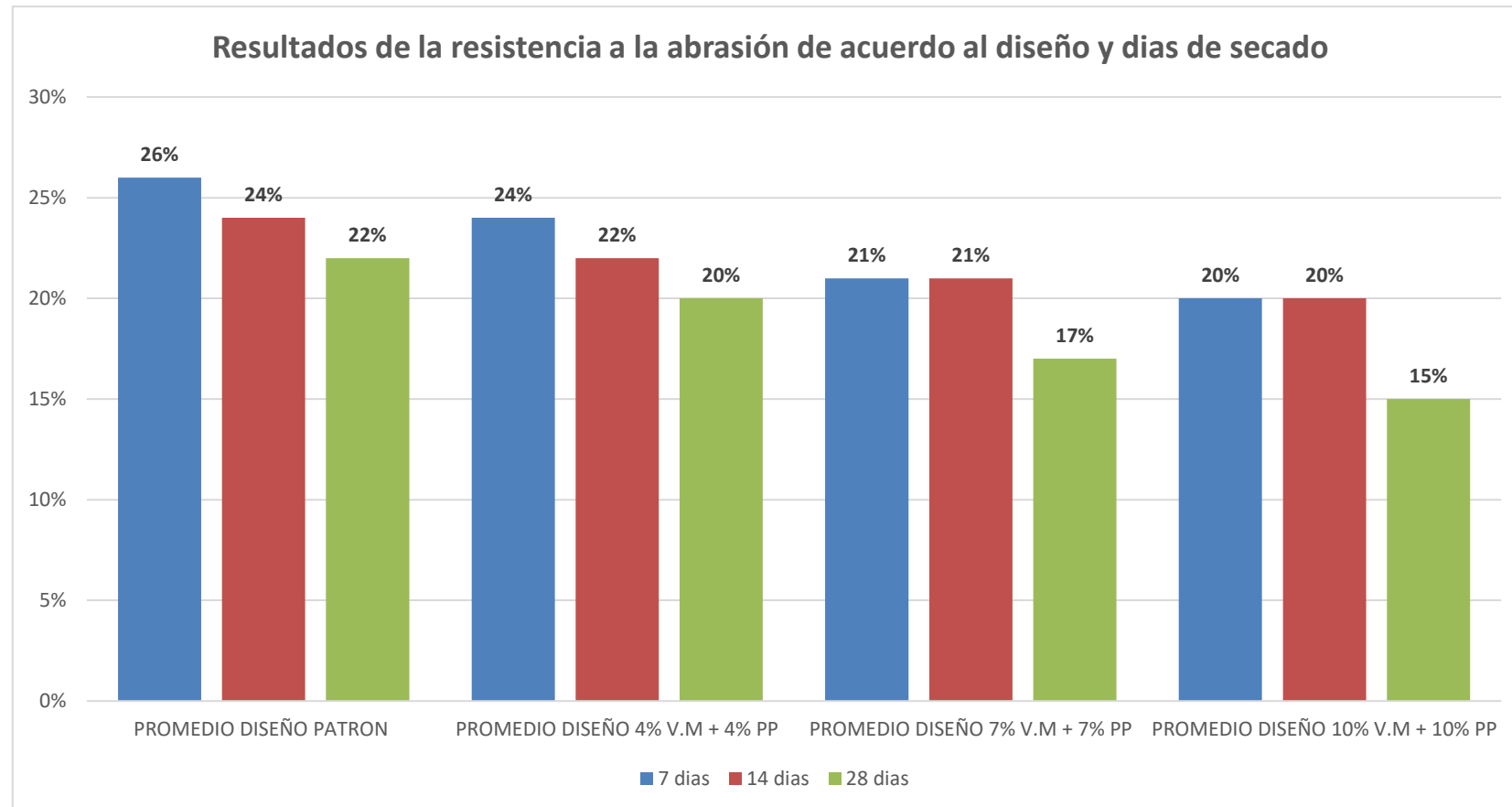
Tabla 19

Resultados de resistencia a la abrasión a 28 días de secado

Datos de Diseño Patrón		
PI	P500	ABRASION
9482.5	7369.5	22
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		22%
Datos de Diseño 4% Vidrio molido + 4% Piedra Pómez		
PI	P500	ABRASION
9596.3	7689.33	20
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		20%
Datos de Diseño 7% Vidrio molido + 7% Piedra Pómez		
PI	PI	PI
9790.1	8148.2	17
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		17%
Datos de Diseño 10% Vidrio molido + 10% Piedra Pómez		
PI	PI	PI
9875.4	9482.3	15
DETALLE		RESULTADO
Abrasión		15%

Figura 71.

Resistencia a la abrasión de acuerdo al diseño y a los 7, 14 y 28 días de secado



De los resultados obtenidos mediante los ensayos de resistencia a la abrasión se observa en la figura 71 que el de mejor comportamiento entre los diseños experimentales en todas las edades es el diseño con 4% vidrio molido + 4% piedra pómez. A los 7 días de secado obtuvo un 20%, a los 14 días de secado obtuvo un 22% y a los 28 días obtuvo un 24%, en comparación con el concreto patrón a los 7 días se obtuvo que es menor en un 2%, a los 14 días es menor en un 2% y a los 28 días es menor en un 2%.

A continuación, se procede a realizar el análisis Inferencial de los objetivos específicos 3, 4 y 5.

Inferencia estadística.

Del Objetivo específico 3.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe un efecto significativo de los porcentajes 4%, 7% y 10% de vidrio molido y 4%, 7% y 10% piedra pómez en la resistencia a la compresión del concreto con respecto al diseño patrón.

Hipótesis Alterna (H_a): Existe un efecto significativo de los porcentajes 4%, 7% y 10% de vidrio molido y 4%, 7% y 10% piedra pómez en la resistencia a la compresión del concreto con respecto al diseño patrón.

Para el análisis de la prueba de hipótesis, primero se realizará un análisis descriptivo de los resultados obtenidos de la prueba de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de secado.

Tabla 20

Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² a los 7 días de secado

Resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm ² a los 7 días de secado						
Tipo de tratamiento	Recuento	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Patrón	3	158.57	158.26	159.86	157.60	1.165
4% Vidrio M. + 4% Piedra P.	3	170.54	171.38	172.26	168.01	2.243
7% Vidrio M. + 7% Piedra P.	3	154.53	154.54	155.61	153.43	1.087
10% Vidrio M. + 10% Piedra P.	3	147.75	147.25	149.03	146.97	1.119

Tabla 21

Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² a los 14 días de secado

Resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm ² a los 14 días de secado						
Tipo de tratamiento	Recuento	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Patrón	3	200.19	200.56	201.40	198.63	1.418
4% Vidrio M. + 4% Piedra P.	3	206.96	206.67	208.18	206.04	1.096
7% Vidrio M. + 7% Piedra P.	3	196.63	196.44	197.87	195.60	1.147
10% Vidrio M. + 10% Piedra P.	3	191.38	191.75	192.53	189.89	1.355

Tabla 22

Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² a los 28 días de secado

Resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm ² a los 28 días de secado						
Tipo de tratamiento	Recuento	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Patrón	3	223.29	223.90	224.46	221.52	1.56
4% Vidrio M. + 4% Piedra P.	3	233.00	233.26	233.93	231.82	1.08
7% Vidrio M. + 7% Piedra P.	3	216.88	216.60	217.75	216.28	0.77
10% Vidrio M. + 10% Piedra P.	3	211.64	211.93	212.99	210.01	1.51

De los resultados del análisis descriptivo de la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de secado, se observa que la media del diseño al 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez es el único superior al diseño patrón, los diseños al 7% y 10% de vidrio molido + 7% y 10% piedra pómez son inferiores al patrón.

A continuación, se procederán a realizarle la prueba de normalidad, se realizará el cálculo de diferencia determinando si es existente o no. Se define un nivel de $\alpha=0.05$ de significancia, este valor representara el error en porcentajes que pueda contener hipótesis asumiendo estas pruebas.

Pruebas de normalidad de los resultados de la resistencia a la compresión en función al tiempo de secado.

Para el presente desarrollo se realizará el análisis mediante la prueba de Shapiro Wilk por ser en nuestro caso de estudio una muestra menor a 50, partiendo del siguiente planteamiento de hipótesis y tomando en cuenta el siguiente criterio:

Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Criterio para determinar la normalidad

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Tabla 23

Resultados de la prueba de normalidad de la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm2 a los 7, 14 y 28 días de secado.

Días de Rotura Compresión Unidad	Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Patrón	7	,175	3	.	1,000	3	,994
	14	,332	3	.	,863	3	,276
	28	,285	3	.	,932	3	,495
4% Vidrio Molido + 4% Piedra Pómez	7	,313	3	.	,894	3	,367
	14	,342	3	.	,845	3	,227
	28	,216	3	.	,988	3	,792
7% Vidrio Molido + 7% Piedra Pómez	7	,331	3	.	,864	3	,279
	14	,278	3	.	,940	3	,526
	28	,362	3	.	,804	3	,125
10% Vidrio Molido + 10% Piedra Pómez	7	,256	3	.	,961	3	,622
	14	,275	3	.	,943	3	,540
	28	,385	3	.	,750	3	,071

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según se determina en los datos que resultado la prueba mencionada en cuanto a la resistencia del concreto a la compresión con un diseño f’c 210 kg/cm2 a los 7, 14 y 28 días de secado se puede verificar los datos y valores mediante las pruebas realizadas en Shapiro – Wilk de todos los casos presento un valor superior a 0.05; asumiendo que esta hipótesis es nula, al no cumplir con lo determinado según la norma, demostrando que, la resistencia del concreto f’c 210 kg/cm2 a la compresión con la edad de 7, 14 y 28 días de secado en todos los grupos logra una distribución uniforme.

También debemos tomar en cuenta que la presente investigación es de diseño factorial por ende estas relaciones sugieren que el número de factores puede explicarse en términos de un conjunto de variables no observables (implícitas) llamadas factores. Este modelo se analiza directamente mediante la regresión lineal.

Por lo tanto, se realiza un análisis de regresión lineal de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto f^c 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de secado de acuerdo a los diseños patrón, 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% de piedra pómez.

Para poder hallar su grado de correlación se deberá utilizar la corrección de la significación de Lilliefors la cual se detalla a continuación.

Tabla 24

Valores de coeficiente “R”

Valor del coeficiente “r”	Significado
-0.9	= Correlación negativa muy fuerte.
-0.75	= Correlación negativa considerable.
-0.5	= Correlación negativa media.
-0.25	= Correlación negativa débil.
-0.1	= Correlación negativa muy débil.
0	= No existe correlación alguna entre las variables.
0.1	= Correlación positiva muy débil.
0.25	= Correlación positiva débil.
0.5	= Correlación positiva media
0.75	= Correlación positiva considerable.
0.9	= Correlación positiva muy fuerte.
1	= Correlación positiva perfecta

Fuente: Mohammad, 2013

Análisis de regresión lineal

Procedemos a un análisis de regresiones para evaluar el nivel de correlación de resultados obtenidos.

Tabla 25

Regresión lineal de los esfuerzos obtenidos de la resistencia a la compresión del diseño patrón a los 7, 14 y 28 días de secado.

Muestra Probeta	Edad (días)	Esfuerzo Patrón
Probeta 1	7	158 kg/cm ²
Probeta 2	7	158 kg/cm ²
Probeta 3	7	160 kg/cm ²
Probeta 4	14	199 kg/cm ²
Probeta 5	14	201 kg/cm ²
Probeta 6	14	201 kg/cm ²
Probeta 7	28	224 kg/cm ²
Probeta 8	28	222 kg/cm ²
Probeta 9	28	224 kg/cm ²

Figura 72.

Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño patrón



Coeficiente de determinación "r²" = 0.8783

Coeficiente de correlación "r" = 0.9372

En la figura 77 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.9372 lo cual representa una correlación positiva muy fuerte entre los resultados de la resistencia a la compresión del diseño patrón y su edad de secado, también se observa que se incrementa progresivamente en el tiempo. Además, al 87.83% de la resistencia a la compresión del diseño patrón se tiene un esfuerzo de 224 Kgf/cm² respecto al tiempo de secado.

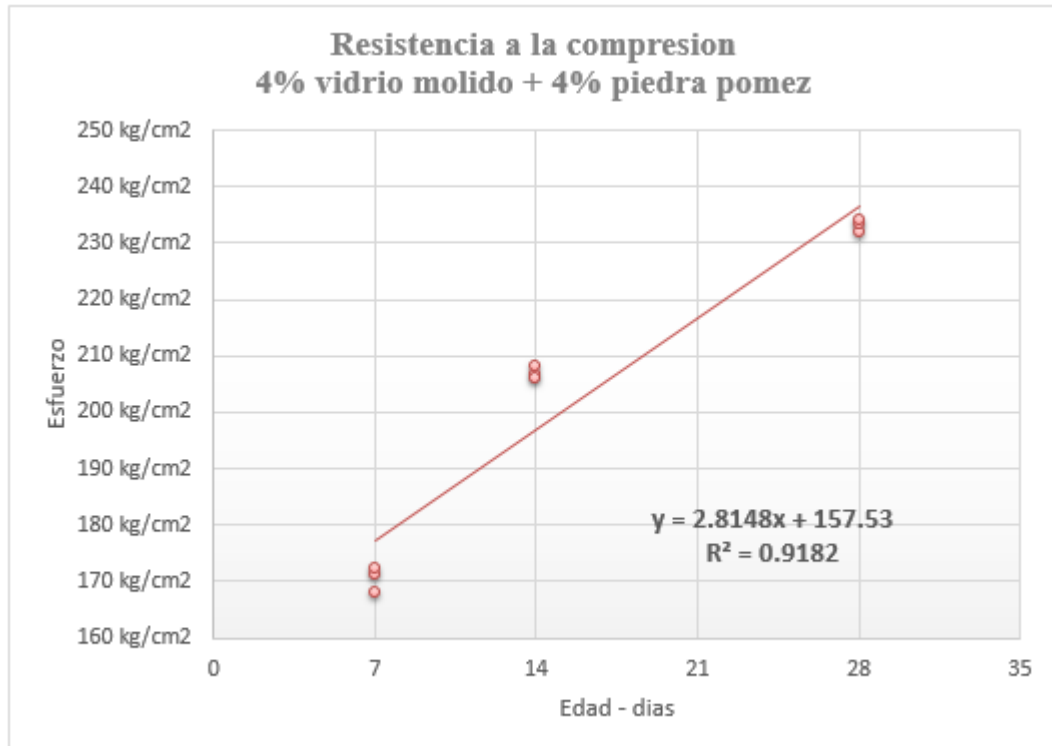
Tabla 26

Regresión lineal de los esfuerzos obtenidos de la resistencia a la compresión del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.

Muestra Probeta	Edad (días)	Esfuerzo 4% vidrio molido + 4% piedra pómez
Probeta 1	7	168 kg/cm ²
Probeta 2	7	171 kg/cm ²
Probeta 3	7	172 kg/cm ²
Probeta 4	14	207 kg/cm ²
Probeta 5	14	206 kg/cm ²
Probeta 6	14	208 kg/cm ²
Probeta 7	28	232 kg/cm ²
Probeta 8	28	233 kg/cm ²
Probeta 9	28	234 kg/cm ²

Figura 73.

Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez.



Coeficiente de determinación "r²" = 0.9182

Coeficiente de correlación "r" = 0.9582

En la figura 78 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.9582 lo cual representa una correlación positiva muy fuerte entre los resultados de la resistencia a la compresión del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez y su edad de secado, también se observa que se incrementa progresivamente en el tiempo. Además, al 91.82% de la resistencia a la compresión del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez se tiene un esfuerzo de 234 Kgf/cm² respecto al tiempo de secado.

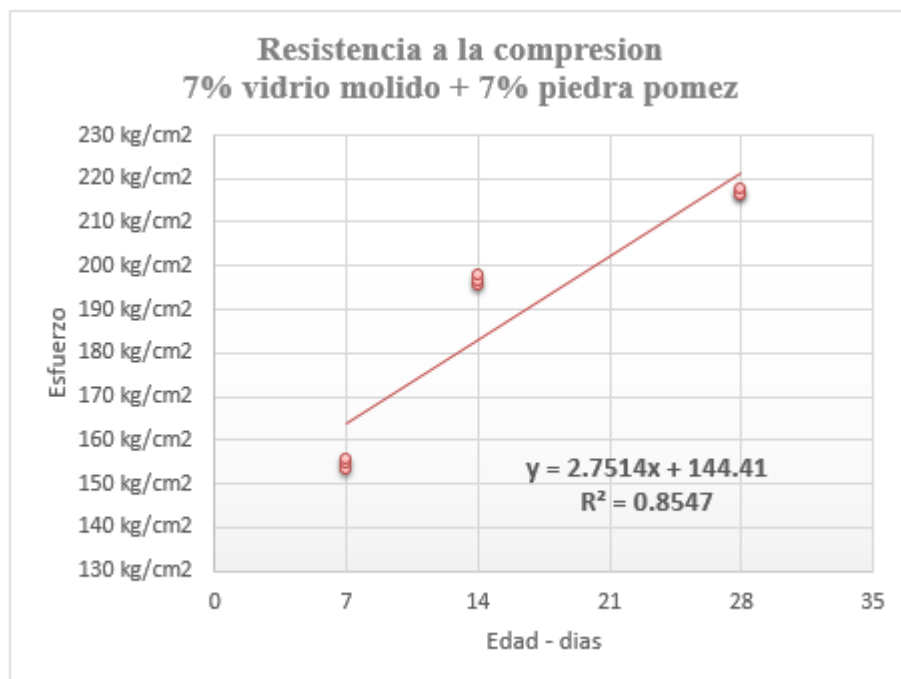
Tabla 27

Regresión lineal de los esfuerzos obtenidos de la resistencia a la compresión del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.

Muestra Probeta	Edad (días)	Esfuerzo 7% vidrio molido + 7% piedra pómez
Probeta 1	7	153 kg/cm ²
Probeta 2	7	155 kg/cm ²
Probeta 3	7	156 kg/cm ²
Probeta 4	14	196 kg/cm ²
Probeta 5	14	196 kg/cm ²
Probeta 6	14	198 kg/cm ²
Probeta 7	28	217 kg/cm ²
Probeta 8	28	216 kg/cm ²
Probeta 9	28	218 kg/cm ²

Figura 74.

Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez.



Coeficiente de determinación $r^2 = 0.8547$

Coeficiente de correlación $r = 0.9245$

En la figura 79 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.9245 lo cual representa una correlación positiva muy fuerte entre los resultados de la resistencia a la compresión del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez y su edad de secado, también se observa que se incrementa progresivamente en el tiempo. Además, al 85.47% de la resistencia a la compresión del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez se tiene un esfuerzo de 218 Kgf/cm² respecto al tiempo de secado.

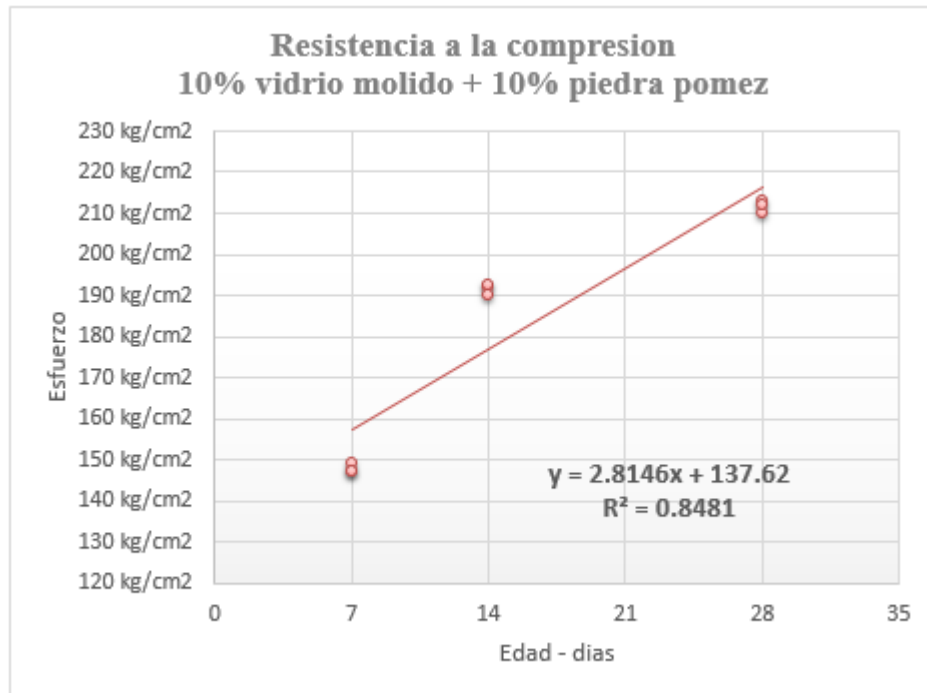
Tabla 28

Regresión lineal de los esfuerzos obtenidos de la resistencia a la compresión del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.

Muestra Probeta	Edad (días)	Esfuerzo 10% vidrio molido + 10% piedra pómez
Probeta 1	7	149 kg/cm ²
Probeta 2	7	147 kg/cm ²
Probeta 3	7	147 kg/cm ²
Probeta 4	14	192 kg/cm ²
Probeta 5	14	190 kg/cm ²
Probeta 6	14	193 kg/cm ²
Probeta 7	28	213 kg/cm ²
Probeta 8	28	210 kg/cm ²
Probeta 9	28	212 kg/cm ²

Figura 75.

Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez.



Fuente: Elaboración propia

Coeficiente de determinación "r²" = 0.8481

Coeficiente de correlación "r" = 0.9209

En la figura 80 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.9209 lo cual representa una correlación positiva muy fuerte entre los resultados de la resistencia a la compresión del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez y su edad de secado, también se observa que se incrementa progresivamente en el tiempo. Además, al 84.81% de la resistencia a la compresión del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez se tiene un esfuerzo de 212 Kgf/cm² respecto al tiempo de secado.

Siguiendo con el proceso estadístico se realizará el método de ANOVA el cual nos determinara si los diseños son iguales entre sí mismos o presentaran una variación por los porcentajes reemplazados de manera significativa; luego se procederá a realizar un análisis mediante la prueba de DUNCAN o T modificado y de esa manera determinar cuál de los diseños es el de mejor comportamiento.

Prueba de ANOVA

Se verificará los datos de los ensayos a la compresión los cuales serán medidos para determinar la diferencia de los diseños estudiados, en este caso se tomarán los resultados obtenidos a los 28 días, y de esa manera se corroboran las hipótesis planteadas mediante los criterios mencionados a continuación:

Planteamiento de las hipótesis

$$H_0: T_0 = T_1 = T_2 = T_3$$

$$H_a: T_i \neq T_j$$

Criterio para determinar la prueba de ANOVA

Si p-valor de la prueba de ANOVA para la igualdad de medias es menor a $\alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si p-valor de la prueba de ANOVA para la igualdad de medias es mayor o igual a $\alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0 .

Tabla 29

Resultados de la prueba de ANOVA a los diseños patrón, 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% piedra pómez para los resultados de la resistencia a la compresión.

ANOVA de un factor					
Resistencia a la Compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Diseños	5'416,583	3	1'805,528	307,330	,000
Error	46,999	8	5,875		
	5'463,582				
Total		11			

Como se observa el p-valor es menor que 0.05 ($.000 < 0.005$), lo cual nos permite descartar la opción de esta hipótesis nula, esto debido a que los diseños realizados son iguales y se puede aceptar la hipótesis alterna que nos dice que los diseños son diferentes, lo que nos quiere decir que las medias de resistencias a la compresión de los diseños se ven afectadas por los porcentajes adicionados; ahora por medio de una prueba DUNCAN O T modificado procedemos a verificar cuál de los diseños son parecidos entre sí, ya que todos los diseños no son iguales de efectivos, pues existe diferencias significativas entre ellas.

Tabla 30

Tabla de valores DUNCAN para las medias de resistencias a la compresión de los diseños patrón, 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% piedra pómez.

Resistencia a la Compresión					
Duncan a					
Diseños	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
10% Vidrio Molido + 10% Piedra Pómez	3	211,64			
7% Vidrio Molido + 7% Piedra Pómez	3		216,88		
Patron	3			223,29	
4% Vidrio Molido + 4% Piedra Pómez	3				233,00
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 a Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

De la tabla 30 de resistencias a la compresión de la prueba de Duncan se puede observar que el diseño de 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez, es el que logro una mayor resistencia a la compresión, ya que tuvo una mejora significativa; además se evidencia que existen diferencias significativas entre los diseños patrón, 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% piedra pómez.

Objetivo específico 4.

Determinar la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe un efecto significativo de los porcentajes 4%, 7%, 10% vidrio molido + 4%, 7%, 10% piedra pómez en la resistencia a la flexión del concreto con respecto al diseño patrón.

Hipótesis Alterna (H_a): Existe un efecto significativo de los porcentajes 4%, 7%, 10% vidrio molido + 4%, 7%, 10% piedra pómez en la resistencia a la flexión del concreto con respecto al diseño patrón.

Para el análisis de la prueba de hipótesis, primero se realizará un análisis descriptivo de los resultados obtenidos de la prueba de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días de secado.

Tabla 31

Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² a los 7 días de secado

Resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm ² a los 7 días de secado						
Tipo de tratamiento	Recuento	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Patrón	3	22.70	22.85	23.25	22.00	0.640
4% Vidrio M. + 4% Piedra P.	3	25.68	25.64	26.07	25.35	0.362
7% Vidrio M. + 7% Piedra P.	3	21.41	21.49	21.77	20.96	0.413
10% Vidrio M. + 10% Piedra P.	3	20.23	20.48	20.84	19.39	0.757

Tabla 32

Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la flexión del concreto f’c 210 kg/cm² a los 14 días de secado

Resistencia a la flexión del concreto f’c 210 kg/cm ² a los 14 días de secado						
Tipo de tratamiento	Recuento	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Patrón	3	35.43	35.36	35.84	35.09	0.378
4% Vidrio M. + 4% Piedra P.	3	37.85	37.87	38.21	37.48	0.367
7% Vidrio M. + 7% Piedra P.	3	34.09	33.99	34.51	33.77	0.377
10% Vidrio M. + 10% Piedra P.	3	32.53	32.73	32.84	32.03	0.442

Tabla 33

Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la flexión del concreto f’c 210 kg/cm² a los 28 días de secado

Resistencia a la flexión del concreto f’c 210 kg/cm ² a los 28 días de secado						
Tipo de tratamiento	Recuento	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Patrón	3	47.64	47.83	48.00	47.09	0.48
4% Vidrio M. + 4% Piedra P.	3	50.23	50.21	50.83	49.67	0.58
7% Vidrio M. + 7% Piedra P.	3	45.21	45.31	45.63	44.69	0.47
10% Vidrio M. + 10% Piedra P.	3	42.83	42.51	43.80	42.20	0.85

De los resultados del análisis descriptivo de la resistencia a la flexión del concreto f’c 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de secado, se observa que la media del diseño al 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez es el único superior al diseño patrón, los diseños al 7% y 10% de vidrio molido + 7% y 10% piedra pómez son inferiores al patrón.

A continuación, se procederán a realizarle la prueba de normalidad, definiremos si la diferencia que existe entre ellos diseños es significativa o no. Definimos el nivel de significancia $\alpha=0.05$, que representa el porcentaje de error que se está asumiendo al realizar las pruebas de hipótesis.

Pruebas de normalidad de los resultados de la resistencia a la flexión en función al tiempo de secado.

Para el presente desarrollo se realizará el análisis mediante la prueba de Shapiro Wilk por ser en nuestro caso de estudio una muestra menor a 50, partiendo del siguiente planteamiento de hipótesis y tomando en cuenta el siguiente criterio:

Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Criterio para determinar la normalidad

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Tabla 34

Resultados de la prueba de normalidad de la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de secado.

Días de Rotura a flexión	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	7	,367	3	,793	3	,098
	14	,265	3	,953	3	,583
	28	,265	3	,953	3	,583
4% Vidrio Molido + 4% Piedra Pómez	7	,260	3	,958	3	,607
	14	,320	3	,883	3	,332
	28	,301	3	,912	3	,424
7% Vidrio Molido + 7% Piedra Pómez	7	,206	3	,993	3	,836
	14	,379	3	,764	3	,062
	28	,257	3	,961	3	,620
10% Vidrio Molido + 10% Piedra Pómez	7	,180	3	,999	3	,946
	14	,257	3	,961	3	,619
	28	,355	3	,819	3	,161

a. Corrección de significación de Lilliefors

De los resultados de la prueba de normalidad de la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de secado se puede observar que los valores de sig. en la prueba de Shapiro – Wilk de todos los casos es mayor a 0.05; entonces, aceptamos la hipótesis nula, los datos provienen de una distribución normal, es decir la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de secado en todos los grupos se distribuye normalmente.

También debemos tomar en cuenta que la presente investigación es de diseño factorial por ende estas relaciones sugieren que el número de factores puede explicarse en términos de un conjunto de variables no observables (implícitas) llamadas factores. Este modelo se analiza directamente mediante la regresión lineal.

Por lo tanto, se realiza un análisis de regresión lineal de los resultados de la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de secado de acuerdo a los diseños patrón, 4%, 7%, 10% vidrio molido + 4%, 7%, 10% piedra pómez.

Para poder hallar su grado de correlación se deberá utilizar la corrección de la significación de Lilliefors la cual se detalla a continuación.

Tabla 35

Valores de coeficiente “R”

Valor del coeficiente “r”	Significado
-0.9	= Correlación negativa muy fuerte.
-0.75	= Correlación negativa considerable.
-0.5	= Correlación negativa media.
-0.25	= Correlación negativa débil.
-0.1	= Correlación negativa muy débil.
0	= No existe correlación alguna entre las variables.
0.1	= Correlación positiva muy débil.
0.25	= Correlación positiva débil.
0.5	= Correlación positiva media
0.75	= Correlación positiva considerable.
0.9	= Correlación positiva muy fuerte.
1	= Correlación positiva perfecta

Fuente: Mohammad, 2013

Análisis de regresión lineal

Procedemos a un análisis de regresiones para evaluar el nivel de correlación de resultados obtenidos.

Tabla 36

Regresión lineal de los módulos de rotura obtenidos de la resistencia a la flexión del diseño patrón a los 7, 14 y 28 días de secado.

Muestra Viga	Edad (días)	Módulo de Rotura Patrón
Viga 1	7	22 kg/cm ²
Viga 2	7	23 kg/cm ²
Viga 3	7	23 kg/cm ²
Viga 4	14	35 kg/cm ²
Viga 5	14	36 kg/cm ²
Viga 6	14	35 kg/cm ²
Viga 7	28	47 kg/cm ²
Viga 8	28	48 kg/cm ²
Viga 9	28	48 kg/cm ²

Figura 76.

Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño patrón



Coeficiente de determinación "r²" = 0.9581

Coeficiente de correlación "r" = 0.9788

En la figura 81 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.9788 lo cual representa una correlación positiva perfecta entre los resultados de la resistencia a la flexión del diseño patrón y su edad de secado, también se observa que se incrementa progresivamente en el tiempo. Además, al 95.88% de la resistencia a la flexión del diseño patrón se tiene un módulo de rotura de 48 Kgf/cm² respecto al tiempo de secado.

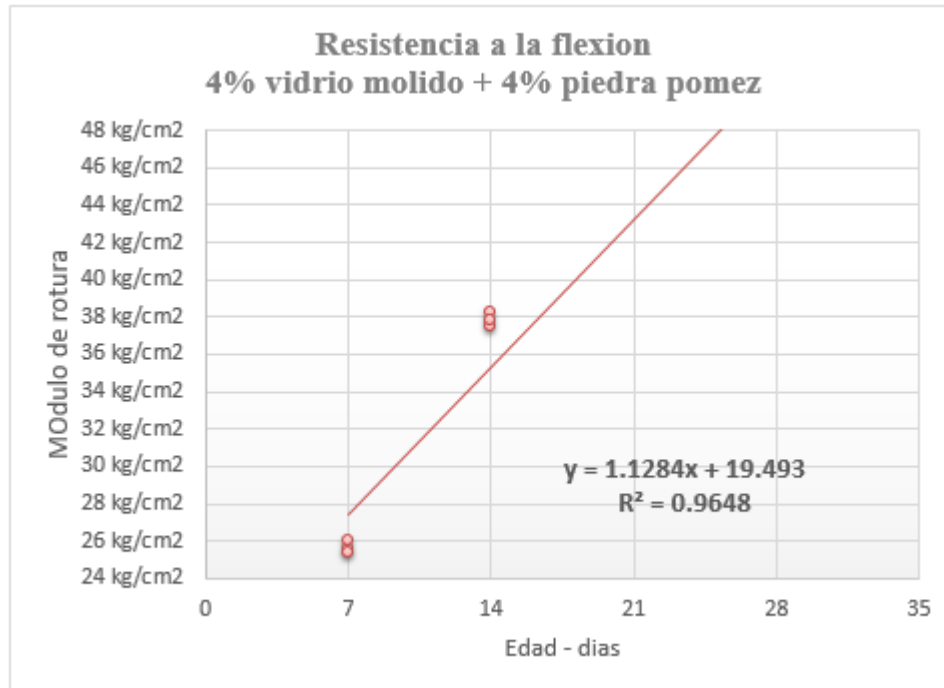
Tabla 37

Regresión lineal de los módulos de rotura obtenidos del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.

Muestra Viga	Edad (días)	Módulo de Rotura 4% vidrio molido + 4% piedra pómez
Viga 1	7	26 kg/cm ²
Viga 2	7	25 kg/cm ²
Viga 3	7	26 kg/cm ²
Viga 4	14	37 kg/cm ²
Viga 5	14	38 kg/cm ²
Viga 6	14	38 kg/cm ²
Viga 7	28	50 kg/cm ²
Viga 8	28	50 kg/cm ²
Viga 9	28	51 kg/cm ²

Figura 77.

Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez.



Fuente: Elaboración propia

Coeficiente de determinación "r²" = 0.9648

Coeficiente de correlación "r" = 0.9822

En la figura 82 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.9822 lo cual representa una correlación positiva perfecta entre los resultados de la resistencia a la flexión del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez y su edad de secado, también se observa que se incrementa progresivamente en el tiempo. Además, al 96.48 % de la resistencia a la flexión del diseño al 4% vidrio molido + 4% piedra pómez se tiene un módulo de rotura de 51 Kgf/cm² respecto al tiempo de secado.

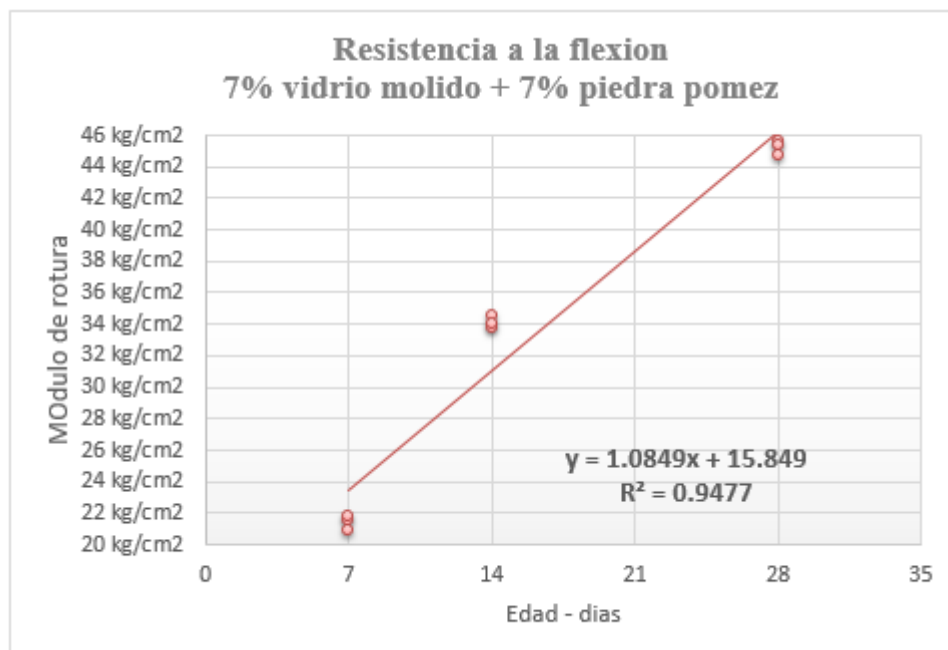
Tabla 38

Regresión lineal de los módulos de rotura del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.

Muestra Viga	Edad (días)	Módulo de Rotura 7% vidrio molido + 7% piedra pómez
Viga 1	7	21 kg/cm ²
Viga 2	7	21 kg/cm ²
Viga 3	7	22 kg/cm ²
Viga 4	14	35 kg/cm ²
Viga 5	14	34 kg/cm ²
Viga 6	14	34 kg/cm ²
Viga 7	28	46 kg/cm ²
Viga 8	28	45 kg/cm ²
Viga 9	28	45 kg/cm ²

Figura 78.

Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez.



Coefficiente de determinación $r^2 = 0.9477$

Coefficiente de correlación $r = 0.9735$

En la figura 83 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.9735 lo cual representa una correlación positiva perfecta entre los resultados de la resistencia a la flexión del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez y su edad de secado, también se observa que se incrementa progresivamente en el tiempo. Además, al 94.77 % de la resistencia a la flexión del diseño al 7% vidrio molido + 7% piedra pómez se tiene un módulo de rotura de 45 Kgf/cm² respecto al tiempo de secado.

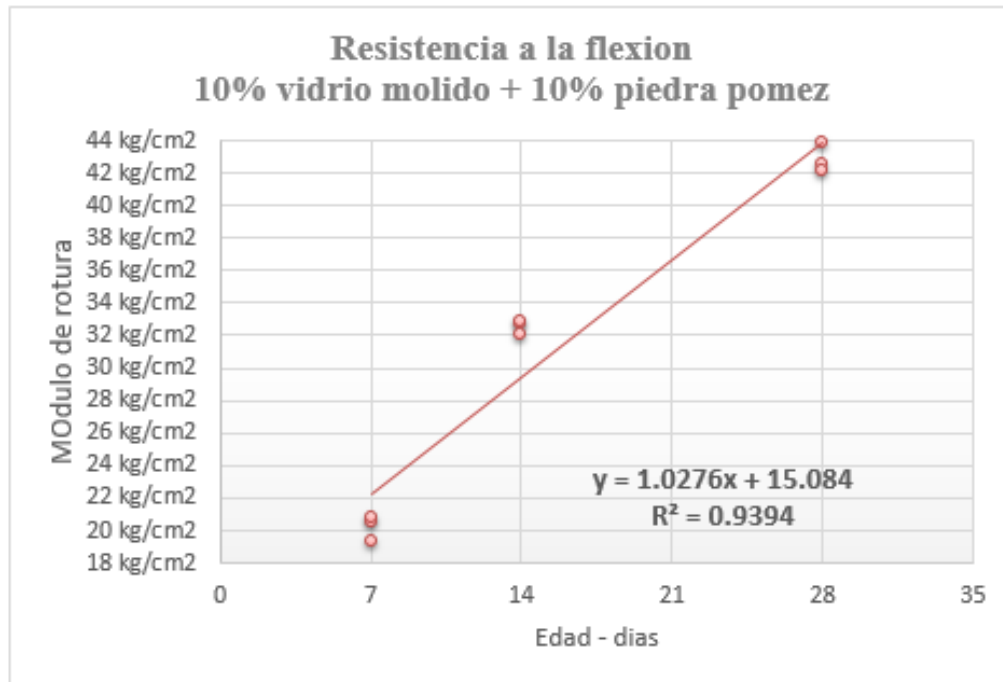
Tabla 39

Regresión lineal de los módulos de rotura del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez a los 7, 14 y 28 días de secado.

Muestra Viga	Edad (días)	Módulo de Rotura 10% vidrio molido + 10% piedra pómez
Viga 1	7	19 kg/cm ²
Viga 2	7	20 kg/cm ²
Viga 3	7	21 kg/cm ²
Viga 4	14	33 kg/cm ²
Viga 5	14	32 kg/cm ²
Viga 6	14	33 kg/cm ²
Viga 7	28	43 kg/cm ²
Viga 8	28	42 kg/cm ²
Viga 9	28	44 kg/cm ²

Figura 79.

Diagrama de ecuación y coeficiente del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez.



Coeficiente de determinación "r²" = 0.9394

Coeficiente de correlación "r" = 0.9735

En la figura 84 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.9692 lo cual representa una correlación positiva perfecta entre los resultados de la resistencia a la flexión del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez y su edad de secado, también se observa que se incrementa progresivamente en el tiempo. Además, al 93.94 % de la resistencia a la flexión del diseño al 10% vidrio molido + 10% piedra pómez se tiene un módulo de rotura de 44 Kgf/cm² respecto al tiempo de secado.

Siguiendo con el proceso estadístico se realizará la prueba de ANOVA que nos permitirá comparar todos los diseños y determinar si son iguales entre sí o se ven afectadas por los porcentajes reemplazados de manera significativa; luego se

procederá a realizar un análisis mediante la prueba de DUNCAN o T modificado y de esa manera determinar cuál de los diseños es el de mejor comportamiento.

Prueba de ANOVA

Se realiza para verificar la diferencia de medias entre las resistencias a la flexión de los diseños estudiados, en este caso se tomarán los resultados obtenidos a los 28 días, y de esa manera se corroboran las hipótesis planteadas mediante los criterios mencionados a continuación:

Planteamiento de las hipótesis

$$H_0: T_0 = T_1 = T_2 = T_3$$

$$H_a: T_i \neq T_j$$

Criterio para determinar la prueba de ANOVA

Si p-valor de la prueba de ANOVA para la igualdad de medias es menor a $\alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si p-valor de la prueba de ANOVA para la igualdad de medias es mayor o igual a $\alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0 .

Tabla 40

Resultados de la prueba de ANOVA a los diseños patrón, 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% de piedra pómez de la resistencia a la flexión

ANOVA de un factor					
Resistencia a la flexión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Diseños	29,679	3	9,893	59,160	,000
Error	1,338	8	,167		
Total	31,017	11			

Como se observa el p-valor es menor que 0.05 ($.000 < 0.005$), lo cual nos permite rechazar la hipótesis nula H_0 que nos dice que todos los diseños son iguales y aceptar la hipótesis alterna que nos dice que los diseños son diferentes, lo que nos quiere decir que las medias de resistencias a la flexión de los diseños se ven afectadas por los porcentajes adicionados; ahora por medio de una prueba DUNCAN O T modificado procedemos a verificar cuál de los diseños son parecidos entre sí, ya que todos los diseños no son iguales de efectivos, pues existe diferencias significativas entre ellas.

Tabla 41

Tabla de valores DUNCAN para las medias de resistencias a la flexión de los diseños patrón, 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% de piedra pómez

Resistencia a la Flexión					
Duncan a					
Diseños	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
10% Vidrio Molido + 10% Piedra Pómez	3	42,84			
7% Vidrio Molido + 7% Piedra Pómez	3		45,21		
Patron	3			47,64	
4% Vidrio Molido + 4% Piedra Pómez	3				50,24
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

De la tabla 39 de resistencias a la flexión de la prueba de Duncan se puede observar que el diseño de 4% vidrio molido + 4% piedra pómez, es el que logro una mayor resistencia a la flexión, ya que tuvo una mejora significativa; además se

evidencia que existen diferencias significativas entre los diseños patrón, 4%, 7% y 10% de vidrio molido + 4%, 7% y 10% de piedra pómez.

Del objetivo específico 5.

Determinar la resistencia a la abrasión del concreto f’c 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso, Lima.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

Si existe una influencia en la resistencia a la abrasión del porcentaje de adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso en el concreto f’c 210 kg/cm².

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe un efecto significativo del porcentaje de adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso en el concreto f’c 210 kg/cm² con respecto al diseño patrón.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_{\text{patrón}}$$

Hipótesis Alterna (H_a): Existe un efecto significativo del porcentaje de adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso en el concreto f’c 210 kg/cm² con respecto al diseño patrón.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_i \neq \mu_{\text{patrón}}$$

Consideraciones del Diseño experimental:

Factor: Es el de adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso.

Tratamiento: Dosificaciones del % adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso en el concreto $f'c$ 210 kg/cm² de mezcla.

Niveles del factor: 4%, 7% y 10% de Vidrio molido + 4%, 7% y 10% Piedra Pómez.

Variable Respuesta o dependiente: Resistencia a la abrasión.

Observaciones o unidades de estudio: Valores de la resistencia a la abrasión para cada grupo y nivel de tratamiento a una edad de 7, 14 y 28 días.

Estadístico de Prueba

Siendo el caso de que la respuesta cuantitativa es una variable, se determina que el tipo de prueba a emplear tiene diferentes medidas las cuales generan dos grupos al ser el tipo de muestras pequeñas o iguales, para este proceso se usó el método de varianza para análisis ANOVA, con la finalidad de poder determinar si las hipótesis y las pruebas según los rangos de post hoc de Tukey se deberán comparar para saber cual tiene mejor efecto.

Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chápiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron el programa estadístico SPSS v.25.

Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula para cualquier prueba

Si el p-valor (sig) o significancia de la prueba es menor a α se Rechaza H_0 y se acepta H_a . (sig < α entonces se acepta H_a). Donde α es el nivel de significancia y

representa el % de error que estamos dispuesto a asumir. tomaremos el valor de significancia $\alpha = 0.05$.

Tabla 42

Datos del laboratorio de los porcentajes de abrasión para las diferentes edades de curado.

% DE ABRASIÓN

DISEÑO	7 días	14 días	28 días
Patrón	26	24	22
4% V.M. y 4% P. P.	24	22	20
7% V.M. y 7% P. P.	21	19	17
10% V.M. y 10% P. P.	20	20	15

Consideraciones de la prueba

Prueba de Normalidad de los % de abrasión para cada diseño en cada edad de curado

- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 43
Prueba de Normalidad

TIPO DE DISEÑO		Pruebas de normalidad					
		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% ABRASIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	,175	3	.	1,000	3	1,000
% ABRASIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	,175	3	.	1,000	3	1,000
% ABRASIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, observamos que todos los valores sigs. de la prueba para todos los diseños y edades son iguales a 1.000 y a la vez mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión aceptamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que, los datos en todos los diseños y edades siguen una distribución normal.

Prueba de Homogeneidad o igualdad de varianzas de los diseños en cada edad de curado

- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Existe igualdad de varianzas entre los diseños

Ha: No existe igualdad de varianzas entre los diseños

Tabla 44
Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
% ABRASIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Se basa en la media	,000	2	6	1,000
	Se basa en la mediana	,000	2	6	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	2	6,000	1,000
% ABRASIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Se basa en la media recortada	,000	2	6	1,000
	Se basa en la media	,000	2	6	1,000
	Se basa en la mediana	,000	2	6	1,000
% ABRASIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	2	6,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	2	6	1,000
	Se basa en la media	,000	2	6	1,000
% ABRASIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Se basa en la mediana	,000	2	6	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	2	6,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	2	6	1,000

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indican que los valores sigs. de la prueba para cada diseño y edad son iguales a 1.000 y son mayores al valor de significancia asumido de 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que, existe igualdad de varianzas entre los diseños para todas las edades.

Debido a que el supuesto de normalidad se ha cumplido, probaremos la hipótesis del investigador a través de la prueba paramétrica ANOVA de un factor.

Prueba ANOVA de un factor para el % de Abrasión en cada edad de curado

Tabla 45

Prueba de ANOVA de un factor

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
% ABRASIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Entre grupos	38,000	2	19,000	76,000	,000
	Dentro de grupos	1,500	6	,250		
	Total	39,500	8			
% ABRASIÓN A 14 DÍAS DE CURADO	Entre grupos	38,000	2	19,000	76,000	,000
	Dentro de grupos	1,500	6	,250		
	Total	39,500	8			
% ABRASIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Entre grupos	38,000	2	19,000	76,000	,000
	Dentro de grupos	1,500	6	,250		
	Total	39,500	8			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, que existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que los valores sig. de la prueba entre grupos o diseños para todas las edades de curado son iguales a 0.000 y son menores al valor de significancia asumido de 0.05, esto es, existe diferencias significativas entre las medias de las resistencias a la abrasión entre el diseño patrón y al menos uno de los diseños experimentales, ahora a través de la prueba de Tukey veremos cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene.

Prueba Post hoc de Tukey para el % de Abrasión en cada edad de curado

Tabla 46
Prueba de Post hoc de Tukey

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) TIPO DE DISEÑO	(J) TIPO DE DISEÑO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
% ABRASIÓN A 7 DÍAS DE CURADO	Diseño Patrón	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	2,00000*	,40825	,006	,7474	3,2526
		Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	5,00000*	,40825	,000	3,7474	6,2526
		Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	6,00000*	,40825	,000	5,4123	8,561
	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	Diseño Patrón	-2,00000*	,40825	,006	-3,2526	-,7474
		Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
		Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
	Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	Diseño Patrón	-2,00000*	,40825	,006	-3,2526	-,7474
		Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
		Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
		Diseño Patrón	-5,00000*	,40825	,000	-6,2526	-3,7474
	Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	-3,00000*	,40825	,001	-4,2526	-1,7474
		Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	-3,00000*	,40825	,001	-4,2526	-1,7474
		Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	2,00000*	,40825	,006	,7474	3,2526
	% ABRASIÓN A 14 DÍAS	Diseño Patrón	Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	5,00000*	,40825	,000	3,7474

DE CURADO	Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
	Diseño Patrón	-2,00000*	,40825	,006	-3,2526	-,7474
Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
	Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	Diseño Patrón	-5,00000*	,40825	,000	-6,2526	-3,7474
	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	-3,00000*	,40825	,001	-4,2526	-1,7474
Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
	Diseño Patrón	-5,00000*	,40825	,000	-6,2526	-3,7474
Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	-3,00000*	,40825	,001	-4,2526	-1,7474
	Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	-3,00000*	,40825	,001	-4,2526	-1,7474
Diseño Patrón	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	2,00000*	,40825	,006	,7474	3,2526
	Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	5,00000*	,40825	,000	3,7474	6,2526
% ABRASIÓN A 28 DÍAS DE CURADO	Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
	Diseño Patrón	-2,00000*	,40825	,006	-3,2526	-,7474
Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
	Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	Diseño Patrón	-5,00000*	,40825	,000	-6,2526	-3,7474
	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	-3,00000*	,40825	,001	-4,2526	-1,7474
Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526
	Diseño Patrón	-5,00000*	,40825	,000	-6,2526	-3,7474

Diseño con 10% V.M. y 10% P. P.	Diseño con 4% V.M. y 4% P. P.	-3,00000*	,40825	,001	-4,2526	-1,7474
	Diseño con 7% V.M. y 7% P. P.	3,00000*	,40825	,001	1,7474	4,2526

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De los resultados de la prueba de Tukey podemos observar que los valores sig. de la prueba son iguales a 0.006, 0.001 y 0.000 y estos valores son menores al valor de significancia asumido de 0.05, por tanto, según la regla de decisión podemos concluir que existen diferencias significativas de las medias del % de abrasión entre todos los diseños y para cada edad de curado.

Ahora bien, también podemos observar en el cuadro de resultados que, al comparar el diseño patrón frente a los otros tres diseños experimentales en cada edad de curado, notamos que en la columna diferencia de medias (I-J) tenemos valores positivos 2 y 5, lo cual indica que la media del % de abrasión del diseño patrón es significativamente mayor que los diseños, pero la del diseño con 4% vidrio molido + 4% piedra pómez es significativamente menor, de esta manera podemos concluir que si existe un efecto significativo del porcentaje del vidrio molido y la piedra pómez en la resistencia a la abrasión del concreto f’c 210 kg/cm² con respecto al diseño patrón, siendo este diseño el que tiene un menor desgaste significativo.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

En las características del concreto, en base al estudio de Montero & Muñoz, (2019), realizaron un diseño de concreto reemplazando el vidrio molido por el agregado fino, el diseño más óptimo a los 28 días fue el de 30 % de vidrio molido, dicho diseño obtuvo una densidad de 2345 kg/m³, y una relación agua cemento de 0.48 y un asentamiento de 3”. En comparación con nuestra investigación, las mejores características se encontraron en el diseño con 4% de vidrio molido y 4% de piedra pómez donde se obtuvo una densidad de 2271 kg/m³, un asentamiento de 3 1/2” y una relación agua cemento de 0.56, evidenciándose una similitud en los resultados, pero en nuestro caso tenemos una mejor trabajabilidad.

En cuanto a la resistencia a la compresión, según el estudio realizado por Segura, Sigüenza, Solar & Zamora, (2022), realizaron un diseño de concreto reemplazando el vidrio en polvo por el cemento, el diseño más óptimo a los 28 días fue el de 25 % de polvo de vidrio con 235.60 kg/cm². En comparación con nuestra investigación, para los ensayos de resistencia a la compresión los mejores valores se dieron con adición del 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez, obteniendo mejoras del 4% con respecto al patrón llegando hasta valores de 233 kg/cm², evidenciándose una similitud en los resultados.

En la resistencia a la flexión, de acuerdo a la investigación realizada por Tantaquilla, (2017), realizó un concreto liviano entre los diseños realizados el de mejor comportamiento fue con 60% de piedra pómez reemplazando agregado grueso dicho análisis se realizó a los 28 días y obtuvo un módulo de roturo de 66 kg/cm². En comparación con nuestra investigación, en el ensayo de resistencia a la flexión el mejor comportamiento se dio con adición del 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez, obteniendo mejoras del 4% con respecto al patrón llegando hasta valores de 50 kg/cm²,

podemos observar que los resultados son similares pero el antecedente tiene una tendencia a aumentar su resistencia a la flexión por solo utilizar piedra pómez sin ninguna adición más.

En la resistencia a la abrasión, según la investigación desarrollada por Gutiérrez & Calderón, (2020), realizó un concreto con adición de vidrio molido reemplazando el agregado fino entre los diseños realizados el más representativo fue el de 30% de vidrio molido dicho análisis se realizó a los 28 días y obtuvo una resistencia de 27%. En comparación con nuestra investigación, en el ensayo de resistencia a la abrasión el más representativo se dio con adición del 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez, obteniendo una resistencia al desgaste de 24%, podemos observar que los resultados son aproximados.

Conclusión

Basados en el primer y segundo objetivo de la presente tesis se obtuvo la caracterización de los agregados en el diseño con 4% de vidrio molido y 4% de piedra pómez de este diseño se obtuvo una densidad de 2271 kg/m³, un asentamiento de 3 1/2” y una relación agua cemento de 0.56, en comparación con el concreto patrón el cual obtuvo un asentamiento de 3” la trabajabilidad en el diseño con 4% de vidrio molido y 4% de piedra pómez es mejor.

De acuerdo al objetivo 3 de la resistencia a la compresión se obtuvo que el de mejor comportamiento en todas las edades es el diseño con 4% vidrio molido + 4% piedra pómez. A los 7 días de secado obtuvo un esfuerzo de 171 kg/cm², a los 14 días de secado obtuvo un esfuerzo de 207 kg/cm² y a los 28 días obtuvo un esfuerzo de 233 kg/cm², en comparación con el concreto patrón a los 7 días se obtuvo una mejora del 8%, a los 14 días se obtuvo una mejora del 4% y a los 28 días se obtuvo una mejora del 4%. También se concluyó estadísticamente que existe evidencia suficiente para afirmar con un nivel de significancia del 5% que al adicionar el 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez aumenta

significativamente la resistencia a la compresión del concreto, mientras que con los porcentajes del 7% y 10% el aumento de las medias de las resistencias a la compresión no es significativo, es decir son similares o menores al diseño patrón.

De acuerdo al objetivo 4 de la resistencia a la flexión se obtuvo que el de mejor comportamiento en todas las edades es el diseño con 4% vidrio molido + 4% piedra pómez. A los 7 días de secado obtuvo un esfuerzo de 26 kg/cm², a los 14 días de secado obtuvo un esfuerzo de 38 kg/cm² y a los 28 días obtuvo un esfuerzo de 50 kg/cm², en comparación con el concreto patrón a los 7 días se obtuvo una mejora del 13%, a los 14 días se obtuvo una mejora del 9% y a los 28 días se obtuvo una mejora del 4%. También se concluyó estadísticamente que existe evidencia suficiente para afirmar con un nivel de significancia del 5% que al adicionar el 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez aumenta significativamente la resistencia a la flexión del concreto, mientras que con los porcentajes del 7% y 10% el aumento de las medias de las resistencias a la flexión no es significativo, es decir son similares o menores al diseño patrón.

De acuerdo al objetivo 5 de la resistencia a la abrasión se obtuvo que el de mejor comportamiento entre los diseños experimentales en todas las edades es el diseño con 4% vidrio molido + 4% piedra pómez. A los 7 días de secado obtuvo un 20%, a los 14 días de secado obtuvo un 22% y a los 28 días obtuvo un 24%, en comparación con el concreto patrón a los 7 días se obtuvo que es menor en un 2%, a los 14 días es menor en un 2% y a los 28 días es menor en un 2%. Por lo tanto, se concluyó que la adición de vidrio molido y piedra pómez no mejora la resistencia a la abrasión. También se concluyó estadísticamente que el diseño patrón es significativamente mayor que los diseños, pero el diseño con 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez es el mayor entre los diseños experimentales, por lo tanto, si existe un efecto significativo del porcentaje de vidrio molido + piedra pómez en la

resistencia a la abrasión del concreto f’c 210 kg/cm² con respecto al diseño patrón, siendo este diseño el que tiene un menor desgaste significativo.

REFERENCIAS

- Anicama Rosas, L. C. (2020). *Aplicación de aditivo microsilíce, y superplastificante para el diseño de mezclas de concreto de alto desempeño, Lima, 2019*. Recuperado el 15 de mayo de 2022, de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60795>
- Bettera, C., Ravera, C., Fernandez, M., Estive, E., & Piñeda, H. (2008). Aprovechamiento de los residuos agrícolas procesamiento de la caja del mani, su conversión biológica y productos. *1(23), 12*. Castellon. Recuperado el 28 de Junio de 2022, de <http://www.redisa.net/doc/artSim2008/tratamiento/A22.pdf>.
- Calle Zelaya, P. R. (2018). *Análisis y diagnóstico del polvo de aluminio sobre el asentamiento en un concreto ligero, en la provincia de Huaura – 2018*. Recuperado el 25 de mayo de 2022, de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3061/CALLE%20ZELAYA%20PERCY%20RENZO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Calle Zelaya, P. R. (2018). *Análisis y diagnóstico del polvo de aluminio sobre el asentamiento en un concreto ligero, en la provincia de huaura 2018*. Huacho. Recuperado el 13 de Junio de 2022, de <https://1library.co/document/q73749dy-analisis-diagnostico-aluminio-asentamiento-concreto-ligero-provincia-huaura.html>.
- Camac Ramos, J. M. (2018). *Influencia al incorporar vidrio de sosa, cal y sílice en la resistencia del concreto $f'c = 210$ kg/cm²*. Huancayo. Recuperado el 10 de Junio de 2022, de <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/793/CAMAC%20RAMOS%20JESUS%20MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Carrasco Diaz, S. (2015). *Metodología de la Investigación Científica*. Recuperado el 11 de mayo de 2022, de

https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientific_a_Carrasco_Diaz_1_

Cavazos Garza, R. (2017). *Aprovechamiento de desechos de aluminio en la fabricación de una aleación Mg-5Ni-XAl(X=5 y 20% e.p.) para almacenamiento de hidrógeno.*

Recuperado el 14 de mayo de 2022, de

<http://eprints.uanl.mx/18674/1/1080289310.pdf>.

Chávez Palomino, L., & Salluca Rodríguez, M. (2017). *Análisis comparativo de propiedades físicas y mecánicas del concreto celular elaborado con el componente lauril sulfato de sodio respecto a un concreto tradicional $f^c=210$ kg/cm²*

elaborado con agregado de las canteras vichos, mina Roja y Cunyac. Recuperado

el 16 de mayo de 2022, de <https://hdl.handle.net/20.500.12557/1453>

García Rezabala, Á., & Quiroz Vélez, R. (2018). *Análisis de caso, Elaboración de paneles pre-fabricados a base de cascara de maní y polietileno reciclado PET, para la*

aplicación en los procesos constructivos de proyectos arquitectónicos. Recuperado

el 17 de mayo de 2022, de

<http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/899/1/ARQ-C2018-10.pdf>.

Gatani, M., Arguello, R., & Sesin, S. (2010). Materiales compuestos de cáscaras de maní y cemento. Influencia de diferentes tratamientos químicos sobre las propiedades

mecánicas. *60(298)*, 137-147. Recuperado el 10 de julio de 2022, de

<https://pdfs.semanticscholar.org/75df/dfd52045b407e989e32c22db4e9785c1bc45.pdf>.

Jimenez, P., Agostinho da Silva, D., Umlandt, M., Gatani, M., & Medina, J. (2019).

Caracterización de cáscara de maní procedente de la provincia de Córdoba,

- Argentina. 13, 7. Recuperado el 8 de julio de 2022, de
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/125228/CONICET_Digital_Nro.6e7f5831-7390-446e-b566-bb9644223bfd_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- Loayza Velazco, J., & Argüelles Trujillo, A. (2020). *Análisis y propuesta de mejora para el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos de la Municipalidad Distrital de San Martín de Porres*. Recuperado el 21 de mayo de 2022, de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/16960>
- Martinez Urtecho, F., & Oyanguren Gallo, L. (2019). *Diseño y evaluación de concreto especial con cenizas de cáscara de arroz*. Recuperado el 21 de mayo de 2022, de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628220/Martinez_UF.pdf?sequence=3.
- Melik, J., & Kouzmenkov, A. (2010). *BBC NEWS*. Recuperado el 12 de Mayo de 2022, de https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/11/101118_economia_aluminio
- Mendez Lino, J. B., & Vargas Ramirez, J. (2021). *Polvo de aluminio fundido para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto ligero*. Lima. Recuperado el 15 de Junio de 2022, de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4819>
- Millán Delgado, F., Sánchez García, D., & Olaya Flórez, J. (2015). Reciclaje de aluminio: oportunidades. *Gestión y Ambiente*. Recuperado el 30 de abril de 2022, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169443282008>
- Mohammad Naghi, N. (2013). *Metodología de la investigación* (segunda ed.). Recuperado el 18 de mayo de 2022, de <https://www.feedipedia.org/node/21733>
- Norma Técnica Peruana. (2005). *Norma Técnica Peruana NTP 334.009*. Peru. Recuperado el 12 de Mayo de 2022, de <https://fddocuments.in/document/ntp-334009.html>.

- PIGARS. (2015). *SMIA*. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de
<https://smia.munlima.gob.pe/documentos-publicacion/detalle/112>
- PIGARS. (2019). *SMIA*. Recuperado el 23 de Mayo de 2022, de
<http://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/b5f0f25937a89b42.pdf>
- Quispe Cruz, C. S. (2015). *Evaluación del manejo de residuos sólidos hospitalarios en el Centro de Salud Ciudad Nueva del distrito de Ciudad Nueva – Tacna*. Recuperado el 28 de mayo de 2022, de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1928>
- Ramírez Gallardo, R. (2018). *Comparativa entre el comportamiento del concreto hecho en obra, con diferentes marcas de cemento en el altiplano hidalguense*. Recuperado el 29 de mayo de 2022, de <https://hdl.handle.net/20.500.12371/9924>
- Ramos Rivera, K. (2021). *Propuesta de dosificación para hormigón celular utilizando polvo de aluminio en diferentes fracciones de peso respecto al cemento y su influencia en las propiedades mecánicas del hormigón*. Quito. Recuperado el 15 de Mayo de 2022, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21561>
- Ruiz Perez, R. J. (2021). *Influencia del tiempo de mezclado en las propiedades del concreto premezclado en estado fresco en la ciudad de Tarapoto*. Tarapoto. Recuperado el 21 de Junio de 2022, de
<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1742/RUIZ%20P%20C3%29REZ%20RUDY%20JOSEPH%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Velarde Rubio, A. R. (2017). *Evaluación del polvo de aluminio fundido sobre el asentamiento, compresión, densidad, absorción en un concreto ligero, Trujillo-2017*. Trujillo. Recuperado el 20 de Junio de 2022, de
<https://hdl.handle.net/11537/12744>

Zambrano De La Torre, R., & Barreiro Mendoza, G. (2022). *Uso de la cáscara de maní en paneles prefabricados para viviendas de interés social en Manabí.*

doi:<https://doi.org/10.37117/s.v21i1.643>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Ítems
Resistencia a la compresión	Carga máxima de rotura. Longitud del espécimen. Ancho del espécimen. Espesor del espécimen.	Máquina de ensayo a la compresión y formatos –kg/cm ² . Balanza, horno, deposito con agua - %. Regla graduada - cm. Balanza - Kg. Observación.
	Carga última Área de influencia de la carga Deformación Deformación unitaria Esfuerzo Módulo de ruptura	Máquina de ensayo flexión y formatos – kg/cm ² . Balanza, horno, deposito con agua - %. Regla graduada - cm. Balanza - Kg. Observación.
Resistencia a la abrasión	Desgaste por rozamiento superficial. Golpeo con una carga abrasiva. Calidad de los agregados para el concreto. Límites de especificaciones de acuerdo al tipo de agregado.	Máquina de ensayo a la abrasión y formatos. Balanza, horno, charolas rectangulares - %. Esferas (carga abrasiva). Tamiz retenido N°4 y N°12. Lavado de material. Diferencia de peso original y peso final (% abrasión).
Vidrio molido y piedra pómez	Dosificación. Moldeo. Fraguado. Curado.	Formatos – kilogramos y litros. Adecuado llenado de moldes y desmolde Horas. Días.

Anexo 2. Matriz de Consistencia

TITULO : “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM2 CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO, LIMA”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál será la resistencia a la compresión, flexión y abrasión del concreto f’c 210 kg/cm2 patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso, Lima?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión, flexión y abrasión del concreto f’c 210 kg/cm2 patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso, Lima.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso influyo positivamente en el concreto f’c 210 kg/cm2 en la resistencia a la compresión, flexión y abrasión Lima.</p>	<p>vidrio molido y piedra pómez</p>	<p>Dosificación. Moldeo. Fraguado. Curado.</p>	<p>Diseño cuasi experimental Tipo aplicada Enfoque cuantitativo</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>Problema específico 1</p> <p>¿Cuáles serán las características físicas de los agregados convencionales y no convencionales para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto f’c 210 kg/cm2, Lima?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Objetivo específico 1</p> <p>Obtener la caracterización física de los agregados convencionales y no convencionales para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto f’c 210 kg/cm2, Lima.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>Hipótesis específica 1</p> <p>Se obtuvieron las características físicas de los agregados convencionales y no convencionales para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto f’c 210 kg/cm2, Lima.</p>	<p>Resistencia a la compresión.</p>	<p>Carga máxima de rotura. Longitud del espécimen. Ancho del espécimen. Espesor del espécimen.</p>	<p>Instrumentos: Fichas de observación Documentación, base datos en laboratorio.</p>
<p>Problema específico 2</p> <p>¿Cuál será el diseño de mezcla del concreto patrón y concreto</p>	<p>Objetivo específico 2</p> <p>Determinar la influencia de la Realizar el diseño de mezcla del</p>	<p>Hipótesis específica 2</p>			

modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto f’c 210 kg/cm², Lima?

Problema específico 3

¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso, Lima?

Problema específico 4

Problema específico 3

¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso, Lima??

Problema específico 5

¿Cuál será la resistencia a la abrasión del concreto f’c 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso, Lima?

concreto patrón y concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto f’c 210 kg/cm², Lima.

Objetivo específico 3

Determinar la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso, Lima.

Objetivo específico 4

Determinar la resistencia a la flexión del concreto f’c 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso, Lima.

Objetivo específico 5

Determinar la resistencia a la abrasión del concreto f’c 210 kg/cm² patrón y el concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso, Lima

Se obtuvo el diseño de mezcla del concreto patrón y concreto modificado con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso para el análisis de la resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto f’c 210 kg/cm², Lima.

Hipótesis específica 3

La adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso influye positivamente en el concreto f’c 210 kg/cm² en la resistencia a la compresión, Lima.

Hipótesis específica 4

La adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso influye positivamente en el concreto f’c 210 kg/cm² en la resistencia a la flexión, Lima

Hipótesis específica 5

La adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo del agregado fino y grueso influye positivamente en el concreto f’c 210 kg/cm² en la resistencia a la abrasión, Lima

Resistencia a la flexión



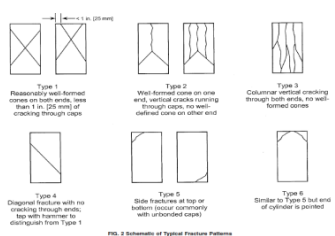
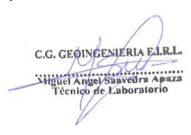

Resistencia a la abrasión



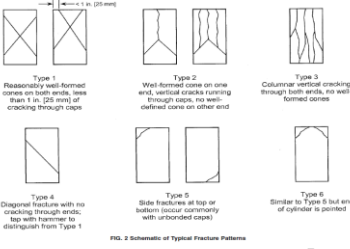


Carga última
Área de influencia de la carga
Deformación
Deformación unitaria
Esfuerzo
Módulo de ruptura



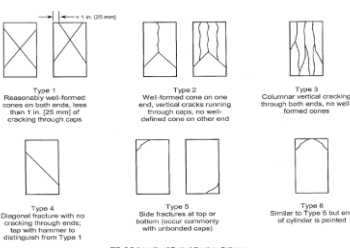


Desgaste por rozamiento superficial.
Golpeo con una carga abrasiva.
Calidad de los agregados para el concreto.
Límites de especificaciones de acuerdo al tipo de agregado.



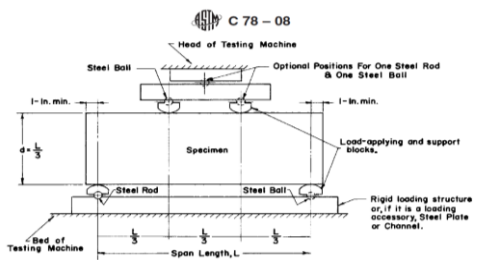
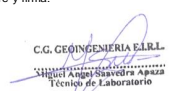
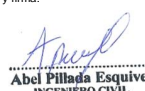
Técnicas:
La observación directa.
Análisis de materiales.
Fórmulas
Diseño de mezclas
Ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del concreto



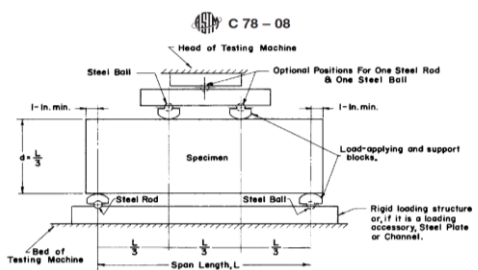


Anexo 3. Certificados de Laboratorio



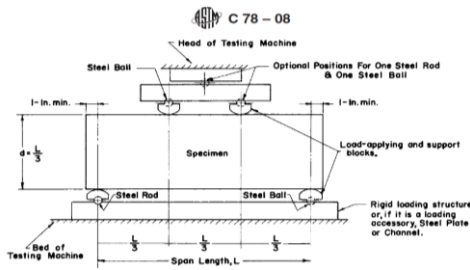






 GEO INGENIERIA	FORMATO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	 LABORATORIO DE MATERIALES																																									
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.		REGISTRO N° : MTL20-TS-30																																									
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon		REALIZADO POR : M. Saavedra																																									
CÓDIGO DE PROYECTO : ---		REVISADO POR : A. Pillada																																									
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL		FECHA DE ENSAYO : 29/11/2022																																									
FECHA DE EMISIÓN : 29/11/2022		TURNO : Diurno																																									
Tipo de muestra : Concreto endurecido Presentación : Especímenes cilíndricos 6"x12" F’c de diseño : 210 kg/cm2																																											
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39																																											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F’c																																					
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	157.6 kg/cm2	75.05																																					
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	158.3 kg/cm2	75.36																																					
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	159.9 kg/cm2	76.12																																					
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	168.0 kg/cm2	80.01																																					
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	171.4 kg/cm2	81.61																																					
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	172.3 kg/cm2	82.03																																					
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	153.4 kg/cm2	73.06																																					
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	154.5 kg/cm2	73.59																																					
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	155.6 kg/cm2	74.10																																					
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	149.0 kg/cm2	70.97																																					
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	147.0 kg/cm2	69.98																																					
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	2.00	147.3 kg/cm2	70.12																																					
																																											
<p>8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Fuente: ASTM C39</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>L/D:</td> <td>1.75</td> <td>1.50</td> <td>1.25</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Factor:</td> <td>0.98</td> <td>0.96</td> <td>0.93</td> <td>0.87</td> </tr> </table> <p>Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Coefficient of Variation^a</th> <th colspan="3">Acceptable Range^b of Individual Cylinder Strengths</th> </tr> <tr> <th colspan="3">2 cylinders</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6 by 12 in. [150 by 300 mm]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Laboratory conditions</td> <td>2.4 %</td> <td>6.6 %</td> <td>7.8 %</td> </tr> <tr> <td>Field conditions</td> <td>2.5 %</td> <td>6.0 %</td> <td>6.5 %</td> </tr> <tr> <td>4 by 8 in. [100 by 200 mm]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Laboratory conditions</td> <td>3.2 %</td> <td>9.0 %</td> <td>10.6 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: ASTM C39</p>							L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00	Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths			2 cylinders			6 by 12 in. [150 by 300 mm]				Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %	Field conditions	2.5 %	6.0 %	6.5 %	4 by 8 in. [100 by 200 mm]				Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00																																							
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87																																							
Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths																																										
	2 cylinders																																										
6 by 12 in. [150 by 300 mm]																																											
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %																																								
Field conditions	2.5 %	6.0 %	6.5 %																																								
4 by 8 in. [100 by 200 mm]																																											
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %																																								
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOINGENIERIA EIRL * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo 																																											
REALIZADO POR Nombre y firma:			VERIFICADO POR Nombre y firma:																																								
 C.G. GEOINGENIERIA EIRL Técnico de Laboratorio			 Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																																								









	FORMATO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	 LABORATORIO DE MATERIALES																																	
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.		REGISTRO N°: MTL20-TS-30																																	
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon		REALIZADO POR : M. Saavedra																																	
CÓDIGO DE PROYECTO : ---		REVISADO POR : A. Pillada																																	
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL		FECHA DE ENSAYO : 06/12/2022																																	
FECHA DE EMISIÓN : 06/12/2022		TURNO : Diumo																																	
Tipo de muestra : Concreto endurecido Presentación : Especímenes cilíndricos 6"x12" F’c de diseño : 210 kg/cm ²																																			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39																																			
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F’c																													
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	198.6 kg/cm ²	94.59																													
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	200.6 kg/cm ²	95.50																													
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	201.4 kg/cm ²	95.90																													
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	206.7 kg/cm ²	98.42																													
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	206.0 kg/cm ²	98.12																													
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	208.2 kg/cm ²	99.13																													
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	195.6 kg/cm ²	93.14																													
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	196.4 kg/cm ²	93.54																													
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	197.9 kg/cm ²	94.22																													
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	191.7 kg/cm ²	91.31																													
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	189.9 kg/cm ²	90.42																													
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	2.00	192.5 kg/cm ²	91.68																													
 <p style="text-align: center;">Fuente: ASTM C39</p>																																			
<p>8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 11: Fuente: ASTM C39</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>L/D</th> <th>1.75</th> <th>1.50</th> <th>1.25</th> <th>1.00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Factor</td> <td>0.98</td> <td>0.96</td> <td>0.93</td> <td>0.87</td> </tr> </tbody> </table> <p>Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Coefficient of Variation^a</th> <th colspan="3">Acceptable Range^a of Individual Cylinder Strengths of cylinders</th> </tr> <tr> <th>6 by 12 in. [150 by 300 mm]</th> <th>Laboratory conditions</th> <th>Field conditions</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.4 %</td> <td>6.6 %</td> <td>7.8 %</td> <td>9.5 %</td> </tr> <tr> <td>2.9 %</td> <td>6.0 %</td> <td>7.2 %</td> <td>8.8 %</td> </tr> <tr> <td>3.2 %</td> <td>5.0 %</td> <td>6.0 %</td> <td>7.2 %</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Fuente: ASTM C39</p>							L/D	1.75	1.50	1.25	1.00	Factor	0.98	0.96	0.93	0.87	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths of cylinders			6 by 12 in. [150 by 300 mm]	Laboratory conditions	Field conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %	9.5 %	2.9 %	6.0 %	7.2 %	8.8 %	3.2 %	5.0 %	6.0 %	7.2 %
L/D	1.75	1.50	1.25	1.00																															
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87																															
Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths of cylinders																																		
	6 by 12 in. [150 by 300 mm]	Laboratory conditions	Field conditions																																
2.4 %	6.6 %	7.8 %	9.5 %																																
2.9 %	6.0 %	7.2 %	8.8 %																																
3.2 %	5.0 %	6.0 %	7.2 %																																
OBSERVACIONES: * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOINGENIERIA EIRL * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo																																			
REALIZADO POR Nombre y firma:  Hebert Angel Saavedra Alajuz Técnico de Laboratorio			VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																																



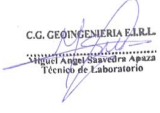

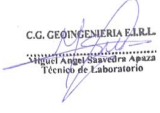

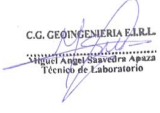

	FORMATO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	 LABORATORIO DE MATERIALES																																								
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.	REGISTRO N°: MTL20-TS-30																																									
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon CÓDIGO DE PROYECTO : --- UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL FECHA DE EMISIÓN : 20/12/2022	REALIZADO POR : M. Saavedra REVISADO POR : A. Pillada FECHA DE ENSAYO : 20/12/2022 TURNO : Diurno																																									
Tipo de muestra : Concreto endurecido Presentación : Especímenes cilíndricos 6"x12" F’c de diseño : 210 kg/cm ²																																										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39																																										
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F’c																																				
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	224.5 kg/cm ²	106.88																																				
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	221.5 kg/cm ²	105.48																																				
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	223.9 kg/cm ²	106.62																																				
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	231.8 kg/cm ²	110.39																																				
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	233.3 kg/cm ²	111.07																																				
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	233.9 kg/cm ²	111.40																																				
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	216.6 kg/cm ²	103.14																																				
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	216.3 kg/cm ²	102.99																																				
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	217.7 kg/cm ²	103.69																																				
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	213.0 kg/cm ²	101.42																																				
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	210.0 kg/cm ²	100.01																																				
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	2.00	211.9 kg/cm ²	100.92																																				
 <p style="text-align: center;">FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns</p>																																										
<p>8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11. Fuente: ASTM C39</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>L/D:</td> <td>1.75</td> <td>1.50</td> <td>1.25</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Factor:</td> <td>0.96</td> <td>0.96</td> <td>0.93</td> <td>0.87</td> </tr> </table> <p>Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">Coefficient of Variation^a</th> <th colspan="2">Acceptable Range^a of Individual Cylinder Strengths</th> </tr> <tr> <th>2 cylinders</th> <th>3 cylinders</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6 by 12 in. [150 by 300 mm]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Laboratory conditions</td> <td>2.4 %</td> <td>6.6 %</td> <td>7.8 %</td> </tr> <tr> <td>Field conditions</td> <td>2.9 %</td> <td>8.0 %</td> <td>9.5 %</td> </tr> <tr> <td>4 by 8 in. [100 by 200 mm]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Laboratory conditions</td> <td>3.2 %</td> <td>9.0 %</td> <td>10.6 %</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Fuente: ASTM C39</p>							L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00	Factor:	0.96	0.96	0.93	0.87		Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths		2 cylinders	3 cylinders	6 by 12 in. [150 by 300 mm]				Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %	Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %	4 by 8 in. [100 by 200 mm]				Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00																																						
Factor:	0.96	0.96	0.93	0.87																																						
	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths																																								
		2 cylinders	3 cylinders																																							
6 by 12 in. [150 by 300 mm]																																										
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %																																							
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %																																							
4 by 8 in. [100 by 200 mm]																																										
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %																																							
OBSERVACIONES: * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOINGENIERIA EIRL * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo																																										
REALIZADO POR Nombre y firma: 				VERIFICADO POR Nombre y firma: 																																						









	FORMATO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	 LABORATORIO DE MATERIALES				
<p>PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.</p> <p>SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon</p> <p>CÓDIGO DE PROYECTO : ---</p> <p>UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL</p> <p style="text-align: right;">REALIZADO POR : M. Sawedra REVISADO POR : A. Pillada FECHA DE ENSAYO : 29/11/2022 TURNO : Diurno</p>						
<p>Presentación : Prismas de concreto endurecido</p> <p>F’c de diseño : 210 kg/cm2</p>						
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78						
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	22.00 kg/cm2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	22.85 kg/cm2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	23.25 kg/cm2
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	25.64 kg/cm2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	25.35 kg/cm2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26.07 kg/cm2
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	20.96 kg/cm2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	21.49 kg/cm2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	21.77 kg/cm2
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	19.39 kg/cm2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	20.48 kg/cm2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	29/11/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	20.84 kg/cm2
 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: ASTM C78</i></p>						
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOINGENIERIA EIRL * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo, 						
REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Miguel Ángel Sawedra Alvarez Técnico de Laboratorio			VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657			



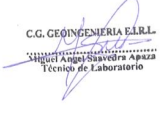

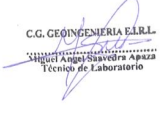

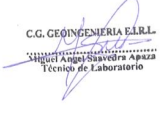

	FORMATO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO					
<p>PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F'c 210 KG/CM2 CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.</p> <p>SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon</p> <p>CÓDIGO DE PROYECTO : ---</p> <p>UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL</p> <p style="text-align: right;">REALIZADO POR : M. Savvedra REVISADO POR : A. Pillada FECHA DE ENSAYO : 06/12/2022 TURNO : Diurno</p>						
<p>Presentación : Prismas de concreto endurecido</p> <p>F'c de diseño : 210 kg/cm2</p>						
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78						
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	35.09 kg/cm2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	35.84 kg/cm2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	35.36 kg/cm2
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	37.48 kg/cm2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	38.21 kg/cm2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	37.87 kg/cm2
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	34.51 kg/cm2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	33.77 kg/cm2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	33.99 kg/cm2
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	32.73 kg/cm2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	32.03 kg/cm2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	06/12/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	32.84 kg/cm2
 <p style="text-align: right;">Fuente: ASTM C78</p>						
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOINGENIERIA EIRL * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo. 						
REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Miguel Ángel Savvedra Aguiar Técnico de Laboratorio			VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657			





	FORMATO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	 LABORATORIO DE MATERIALES								
<p>PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F'C 210 KG/CM2 CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.</p> <p>SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon</p> <p>CÓDIGO DE PROYECTO : ---</p> <p>UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL</p> <p style="text-align: right;">REALIZADO POR : M. Savvedra REVISADO POR : A. Pillada FECHA DE ENSAYO : 20/12/2022 TURNO : Diurno</p>										
<p>Presentación : Prismas de concreto endurecido</p> <p>F'c de diseño : 210 kg/cm2</p>										
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78										
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA				
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47.09 kg/cm2				
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	48.00 kg/cm2				
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47.83 kg/cm2				
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	49.67 kg/cm2				
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	50.21 kg/cm2				
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 4% V.M + 4% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	50.83 kg/cm2				
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	45.63 kg/cm2				
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	44.69 kg/cm2				
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 7% V.M + 7% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	45.31 kg/cm2				
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42.51 kg/cm2				
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42.20 kg/cm2				
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2 + 10% V.M + 10% PP	22/11/2022	20/12/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	43.80 kg/cm2				
<div style="text-align: center;">  <p style="text-align: right;">Fuente: ASTM C78</p> </div>										
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOINGENIERIA EIRL * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo, 										
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">REALIZADO POR</td> <td style="text-align: center;">VERIFICADO POR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Savvedra Apaza Técnico de Laboratorio </td> <td style="text-align: center;">Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </td> </tr> </table>			REALIZADO POR	VERIFICADO POR	Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Savvedra Apaza Técnico de Laboratorio	Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657				
REALIZADO POR	VERIFICADO POR									
Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Savvedra Apaza Técnico de Laboratorio	Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657									



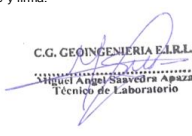

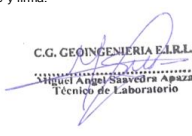

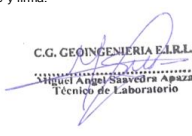

	FORMATO DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	 LABORATORIO DE MATERIALES																																																																								
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.	REGISTRO N°: MTL20-TS-30																																																																									
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon	REALIZADO POR : M. Saavedra																																																																									
UBICACIÓN : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL	REVISADO POR : A. Pillada FECHA DE VACIADO : 21/11/2022 TURNO : Diurno																																																																									
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA Cemento : Cemento SOL Tipo 1	F’c de diseño: 210 kg/cm ² Asentamiento: 3" - 4" Código de mezcla: PATRON																																																																									
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F’cr = 294	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 366 kg																																																																									
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.56	6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m ³ = 8.6 Bolsas																																																																									
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 205 L																																																																										
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2.0%																																																																										
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th colspan="5"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m³</td> <td>0.1162 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2050 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>TM</th> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2689 kg/m³</td> <td>---</td> <td>0.40%</td> <td>1.10%</td> <td>8.21</td> <td>1149</td> <td>3/4 "</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2571 kg/m³</td> <td>---</td> <td>1.50%</td> <td>3.45%</td> <td>3.00</td> <td>1681</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.3412 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.6588 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>			INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1162 m ³						Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³						Aire	---	0.0200 m ³									HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM	Agregado grueso	2689 kg/m ³	---	0.40%	1.10%	8.21	1149	3/4 "	Agregado fino	2571 kg/m ³	---	1.50%	3.45%	3.00	1681		Volumen de pasta		0.3412 m ³						Volumen de agregados		0.6588 m ³					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																								
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1162 m ³																																																																								
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³																																																																								
Aire	---	0.0200 m ³																																																																								
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM																																																																			
Agregado grueso	2689 kg/m ³	---	0.40%	1.10%	8.21	1149	3/4 "																																																																			
Agregado fino	2571 kg/m ³	---	1.50%	3.45%	3.00	1681																																																																				
Volumen de pasta		0.3412 m ³																																																																								
Volumen de agregados		0.6588 m ³																																																																								
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso = 0.3341 m ³ = 898 kg Agregado fino = 0.3247 m ³ = 835 kg	11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.030 m ³ Cemento SOL Tipo 1 10.98 kg Agua 6.83 L Agregado grueso 27.06 kg Agregado fino 25.42 kg Slump Obterido 3"																																																																									
9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 902 kg Agregado fino 847 kg																																																																										
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD Agua 228 L	12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM A.F. A.G. AGUA 1 : 2.3 : 2.46 : 26.4 L / bolsa																																																																									
OBSERVACIONES: * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOINGENIERIA EIRL																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </td> </tr> </table>		REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																																																																							
REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																																																																									





	FORMATO DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211																																																																									
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.	REGISTRO N°: MTL20-TS-30																																																																									
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOINGENIERIA EIRL	REALIZADO POR : M. Saavedra REVISADO POR : A. Pillada FECHA DE VACIADO : 21/11/2022 TURNO : Diurno																																																																									
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA Cemento : Cemento SOL Tipo 1	F’c de diseño: 210 kg/cm ² Asentamiento: 3" - 4" Código de mezcla: 4% V.M + 4% PP																																																																									
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F’cr = 294	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 366 kg																																																																									
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.56	6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m ³ = 8.6 Bolsas																																																																									
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 205 L	7. CÁLCULO DE VIDRIO MOLIDO 14.64 kg x m ³ ≈ 4.0% / Cto																																																																									
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2.0%	8. CÁLCULO DE PIEDRA POMEZ 14.64 kg x m ³ ≈ 4.0% / Cto																																																																									
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th colspan="5"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m³</td> <td>0.1162 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2050 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>TM</th> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2689 kg/m³</td> <td>---</td> <td>0.40%</td> <td>1.10%</td> <td>8.21</td> <td>1149</td> <td>3/4 "</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2571 kg/m³</td> <td>---</td> <td>1.50%</td> <td>3.45%</td> <td>3.00</td> <td>1681</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.3412 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.6588 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>			INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1162 m ³						Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³						Aire	---	0.0200 m ³									HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM	Agregado grueso	2689 kg/m ³	---	0.40%	1.10%	8.21	1149	3/4 "	Agregado fino	2571 kg/m ³	---	1.50%	3.45%	3.00	1681		Volumen de pasta		0.3412 m ³						Volumen de agregados		0.6588 m ³					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																								
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1162 m ³																																																																								
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³																																																																								
Aire	---	0.0200 m ³																																																																								
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM																																																																			
Agregado grueso	2689 kg/m ³	---	0.40%	1.10%	8.21	1149	3/4 "																																																																			
Agregado fino	2571 kg/m ³	---	1.50%	3.45%	3.00	1681																																																																				
Volumen de pasta		0.3412 m ³																																																																								
Volumen de agregados		0.6588 m ³																																																																								
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso ≈ 0.3341 m ³ ≈ 898 kg Agregado fino ≈ 0.3247 m ³ ≈ 835 kg	11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.03 m ³ Cemento SOL Tipo 1 10.98 kg Agua 6.83 L Agregado grueso 26.62 kg Agregado fino 24.98 kg Slump Obtenido 3 1/2" Vidrio Molido 0.44 kg Piedra Pomez 0.44 kg	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>27.06</td></tr> <tr><td>25.42</td></tr> <tr><td>0.44</td></tr> <tr><td>0.44</td></tr> </table>	27.06	25.42	0.44	0.44																																																																				
27.06																																																																										
25.42																																																																										
0.44																																																																										
0.44																																																																										
9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 902 kg Agregado fino 847 kg																																																																										
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD Agua 228 L	12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM A.F. A.G. AGUA 1 : 2.3 : 2.46 : 26.4 L / bolsa																																																																									
OBSERVACIONES: * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOINGENIERIA EIRL																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Abel Ángel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </td> </tr> </table>		REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Abel Ángel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																																																																							
REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Abel Ángel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																																																																									



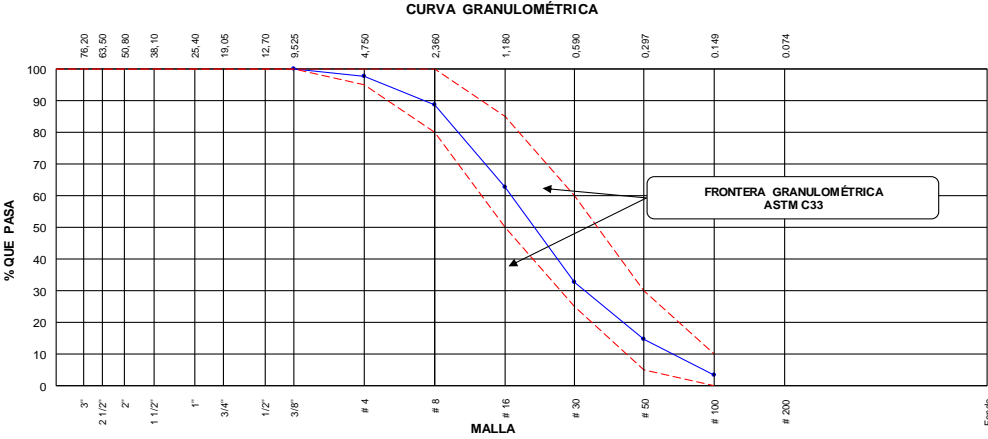
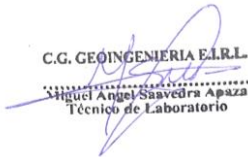

	FORMATO																																																																	
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211																																																																		
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.	REGISTRO N°: MTL20-TS-30																																																																	
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon	REALIZADO POR : M. Saavedra																																																																	
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOINGENIERIA EIRL	REVISADO POR : A. Pillada FECHA DE VACIADO : 21/11/2022 TURNO : Diurno																																																																	
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino	F’c de diseño: 210 kg/cm ²																																																																	
Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento: 3" - 4"																																																																	
Cemento : Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla: 7% V.M + 7% PP																																																																	
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F’cr = 294	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 366 kg																																																																	
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.56	6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m ³ = 8.6 Bolsas																																																																	
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 205 L	7. CÁLCULO DE VIDRIO MOLIDO 25.63 kg x m ³ = 7.0% / Cto																																																																	
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2.0%	8. CÁLCULO DE PIEDRA POMEZ 25.63 kg x m ³ = 7.0% / Cto																																																																	
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>TM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m³</td> <td>0.1162 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2050 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2689 kg/m³</td> <td>---</td> <td>0.40%</td> <td>1.10%</td> <td>8.21</td> <td>1149</td> <td>3/4 *</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2571 kg/m³</td> <td>---</td> <td>1.50%</td> <td>3.45%</td> <td>3.00</td> <td>1681</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.3412 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.6588 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>			INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM	Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1162 m ³						Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³						Aire	---	0.0200 m ³						Agregado grueso	2689 kg/m ³	---	0.40%	1.10%	8.21	1149	3/4 *	Agregado fino	2571 kg/m ³	---	1.50%	3.45%	3.00	1681		Volumen de pasta		0.3412 m ³						Volumen de agregados		0.6588 m ³					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM																																																											
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1162 m ³																																																																
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³																																																																
Aire	---	0.0200 m ³																																																																
Agregado grueso	2689 kg/m ³	---	0.40%	1.10%	8.21	1149	3/4 *																																																											
Agregado fino	2571 kg/m ³	---	1.50%	3.45%	3.00	1681																																																												
Volumen de pasta		0.3412 m ³																																																																
Volumen de agregados		0.6588 m ³																																																																
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso = 0.3341 m ³ = 898 kg Agregado fino = 0.3247 m ³ = 835 kg	11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.03 m ³ Cemento SOL Tipo 1 10.98 kg Agua 6.83 L Agregado grueso 26.29 kg Agregado fino 24.65 kg Slump Obtenido 3 1/2" Vidrio Molido 0.77 kg Piedra Pomez 0.77 kg																																																																	
9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 902 kg Agregado fino 847 kg	12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM A.F. A.G. AGUA 1 : 2.3 : 2.46 : 26.4 L / bolsa																																																																	
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD Agua 228 L																																																																		
OBSERVACIONES: * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOINGENIERIA EIRL																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">REALIZADO POR</th> <th style="width: 50%;">VERIFICADO POR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </td> <td style="text-align: center;"> Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </td> </tr> </tbody> </table>		REALIZADO POR	VERIFICADO POR	Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																																																													
REALIZADO POR	VERIFICADO POR																																																																	
Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																																																																	



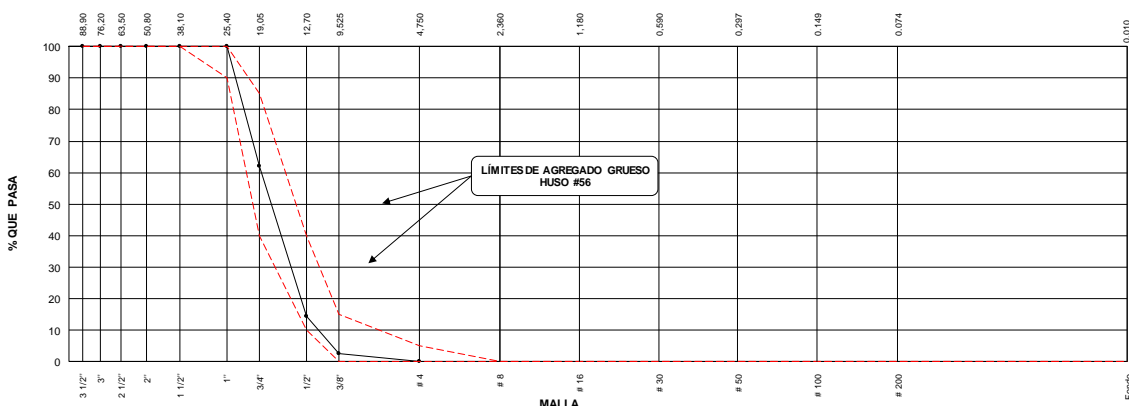
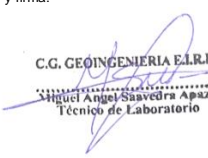

 GEO INGENIERIA	FORMATO DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	 LABORATORIO DE MATERIALES																		
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F'c 210 KG/CM ² CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.		REGISTRO N°: MTL20-TS-30																		
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon		REALIZADO POR : M. Saavedra																		
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOINGENIERIA EIRL		REVISADO POR : A. Pillada FECHA DE VACIADO : 21/11/2022 TURNOS : Diurno																		
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA Cemento : Cemento SOL Tipo 1		F'c de diseño: 210 kg/cm ² Asentamiento: 3" - 4" Código de mezcla: 10% V.M + 10% PP																		
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F'cr = 294																				
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.56																				
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 205 L																				
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2.0%																				
5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 366 kg																				
6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m ³ = 8.6 Bolsas																				
7. CÁLCULO DE VIDRIO MOLIDO 36.61 kg x m ³ ≈ 10.0% / Cto																				
8. CÁLCULO DE PIEDRA POMEZ 36.61 kg x m ³ ≈ 10.0% / Cto																				
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m³</td> <td>0.1162 m³</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2050 m³</td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> </tr> </tbody> </table>			INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1162 m ³	Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³	Aire	---	0.0200 m ³						
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																		
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1162 m ³																		
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³																		
Aire	---	0.0200 m ³																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>TM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>0.40%</td> <td>1.10%</td> <td>8.21</td> <td>1149</td> <td>3/4 "</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>1.50%</td> <td>3.45%</td> <td>3.00</td> <td>1681</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM	Agregado grueso	0.40%	1.10%	8.21	1149	3/4 "	Agregado fino	1.50%	3.45%	3.00	1681	
	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM															
Agregado grueso	0.40%	1.10%	8.21	1149	3/4 "															
Agregado fino	1.50%	3.45%	3.00	1681																
Volumen de pasta 0.3412 m ³ Volumen de agregados 0.6588 m ³																				
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso ≈ 0.3341 m ³ ≈ 898 kg Agregado fino ≈ 0.3247 m ³ ≈ 835 kg																				
9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 902 kg Agregado fino 847 kg																				
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD Agua 228 L																				
11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.03 m ³ Cemento SOL Tipo 1 10.98 kg Agua 6.83 L Agregado grueso 25.96 kg Agregado fino 24.32 kg Slump Obtenido 4" Vidrio Molido 1.10 kg Piedra Pomez 1.10 kg																				
12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM A.F. A.G. AGUA 1 : 2.3 : 2.46 : 26.4 L / bolsa																				
OBSERVACIONES: * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOINGENIERIA EIRL																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </td> </tr> </table>		REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																	
REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																			



	<p>FORMATO</p> <p>DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C944/C44M</p>	 <p>LABORATORIO DE MATERIALES</p>																																																																													
<p>Proyecto : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM2 CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.</p> <p>Solicitante : Francois Reyes Rondon</p> <p>Ubicación : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL</p> <p>Material : MUESTRAS DE CONCRETO PARA ABRASION</p>	<p>Registro N°: MTL-CL-87</p> <p>Muestreado por : M. Saavedra</p> <p>Revisado por : A. Pillada</p> <p>Fecha de Ensayo: 29/11/2022</p> <p>Turno: Diurno</p>																																																																														
<p>Código de Muestra : 6°</p> <p>Procedencia : ---</p> <p>N° de Muestra : ---</p> <p>Progresiva : ---</p>	<p>Profundidad: ---</p> <p>Norte: ---</p> <p>Este: ---</p> <p>Cota: ---</p>																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>PESO INICIAL</th> <th>PESO 3ER CICLO</th> <th>FECHA DE VACEADO</th> <th>FECHA DE ENSAYO</th> <th>ABRASION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm²</td> <td>2660.0</td> <td>2650.1</td> <td>22/11/2022</td> <td>29/11/2022</td> <td>0.37</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm²</td> <td>2667.4</td> <td>2655.8</td> <td>22/11/2022</td> <td>29/11/2022</td> <td>0.43</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm²</td> <td>2669.3</td> <td>2659.0</td> <td>22/11/2022</td> <td>29/11/2022</td> <td>0.39</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 4% V.M + 4% PP</td> <td>2637.0</td> <td>2622.1</td> <td>22/11/2022</td> <td>29/11/2022</td> <td>0.57</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 4% V.M + 4% PP</td> <td>2641.4</td> <td>2620.4</td> <td>22/11/2022</td> <td>29/11/2022</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 4% V.M + 4% PP</td> <td>2655.2</td> <td>2632.2</td> <td>22/11/2022</td> <td>29/11/2022</td> <td>0.87</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 7% V.M + 7% PP</td> <td>2655.0</td> <td>2620.2</td> <td>22/11/2022</td> <td>29/11/2022</td> <td>1.31</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 7% V.M + 7% PP</td> <td>2662.2</td> <td>2625.1</td> <td>22/11/2022</td> <td>29/11/2022</td> <td>1.39</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 7% V.M + 7% PP</td> <td>2663.7</td> <td>2627.0</td> <td>22/11/2022</td> <td>29/11/2022</td> <td>1.38</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 10% V.M + 10% PP</td> <td>2669.0</td> <td>2624.5</td> <td>22/11/2022</td> <td>29/11/2022</td> <td>1.67</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 10% V.M + 10% PP</td> <td>2675.1</td> <td>2633.5</td> <td>22/11/2022</td> <td>22/11/2022</td> <td>1.56</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 10% V.M + 10% PP</td> <td>2672.8</td> <td>2632.2</td> <td>22/11/2022</td> <td>22/11/2022</td> <td>1.52</td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIPCION	PESO INICIAL	PESO 3ER CICLO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	ABRASION	PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2660.0	2650.1	22/11/2022	29/11/2022	0.37	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2667.4	2655.8	22/11/2022	29/11/2022	0.43	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2669.3	2659.0	22/11/2022	29/11/2022	0.39	PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2637.0	2622.1	22/11/2022	29/11/2022	0.57	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2641.4	2620.4	22/11/2022	29/11/2022	0.80	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2655.2	2632.2	22/11/2022	29/11/2022	0.87	PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2655.0	2620.2	22/11/2022	29/11/2022	1.31	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2662.2	2625.1	22/11/2022	29/11/2022	1.39	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2663.7	2627.0	22/11/2022	29/11/2022	1.38	PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2669.0	2624.5	22/11/2022	29/11/2022	1.67	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2675.1	2633.5	22/11/2022	22/11/2022	1.56	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2672.8	2632.2	22/11/2022	22/11/2022	1.52	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>EDAD DE ENSAYO</p> <p>7 DIAS</p> </div>
DESCRIPCION	PESO INICIAL	PESO 3ER CICLO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	ABRASION																																																																										
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2660.0	2650.1	22/11/2022	29/11/2022	0.37																																																																										
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2667.4	2655.8	22/11/2022	29/11/2022	0.43																																																																										
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2669.3	2659.0	22/11/2022	29/11/2022	0.39																																																																										
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2637.0	2622.1	22/11/2022	29/11/2022	0.57																																																																										
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2641.4	2620.4	22/11/2022	29/11/2022	0.80																																																																										
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2655.2	2632.2	22/11/2022	29/11/2022	0.87																																																																										
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2655.0	2620.2	22/11/2022	29/11/2022	1.31																																																																										
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2662.2	2625.1	22/11/2022	29/11/2022	1.39																																																																										
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2663.7	2627.0	22/11/2022	29/11/2022	1.38																																																																										
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2669.0	2624.5	22/11/2022	29/11/2022	1.67																																																																										
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2675.1	2633.5	22/11/2022	22/11/2022	1.56																																																																										
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2672.8	2632.2	22/11/2022	22/11/2022	1.52																																																																										
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>REALIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>VERIFICADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657</p> </div>																																																																														

 <p>CIG GEO INGENIERIA</p>	<p>FORMATO</p> <p>DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C944/C44M</p>	 <p>LABORATORIO DE MATERIALES</p>																																																																																																
<p>Proyecto : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM2 CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.</p> <p>Solicitante : Francois Reyes Rondon</p> <p>Ubicación : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL</p> <p>Material : MUESTRAS DE CONCRETO PARA ABRASION</p>		<p>Registro N°: MTL-CL-87</p> <p>Muestreado por : M. Saavedra</p> <p>Revisado por : A. Pillada</p> <p>Fecha de Ensayo: 06/12/2022</p> <p>Turno: Diurno</p>																																																																																																
<p>Código de Muestra : 6"</p> <p>Procedencia : ---</p> <p>N° de Muestra : ---</p> <p>Progresiva : ---</p>	<p>Profundidad: ---</p> <p>Norte: ---</p> <p>Este: ---</p> <p>Cota: ---</p>																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>PESO INICIAL</th> <th>PESO 3ER CICLO</th> <th>FECHA DE VACEADO</th> <th>FECHA DE ENSAYO</th> <th>ABRASION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm²</td> <td>2660.0</td> <td>2645.5</td> <td>22/11/2022</td> <td>06/12/2022</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm²</td> <td>2667.4</td> <td>2650.4</td> <td>22/11/2022</td> <td>06/12/2022</td> <td>0.64</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm²</td> <td>2669.3</td> <td>2648.7</td> <td>22/11/2022</td> <td>06/12/2022</td> <td>0.77</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 4% V.M + 4% PP</td> <td>2638.5</td> <td>2612.9</td> <td>22/11/2022</td> <td>06/12/2022</td> <td>0.97</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 4% V.M + 4% PP</td> <td>2642.2</td> <td>2618.8</td> <td>22/11/2022</td> <td>06/12/2022</td> <td>0.89</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 4% V.M + 4% PP</td> <td>2656.3</td> <td>2628.2</td> <td>22/11/2022</td> <td>06/12/2022</td> <td>1.06</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 7% V.M + 7% PP</td> <td>2656.9</td> <td>2617.7</td> <td>22/11/2022</td> <td>06/12/2022</td> <td>1.48</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 7% V.M + 7% PP</td> <td>2663.7</td> <td>2622.3</td> <td>22/11/2022</td> <td>06/12/2022</td> <td>1.55</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 7% V.M + 7% PP</td> <td>2665.2</td> <td>2624.1</td> <td>22/11/2022</td> <td>06/12/2022</td> <td>1.54</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 10% V.M + 10% PP</td> <td>2670.1</td> <td>2622.2</td> <td>22/11/2022</td> <td>06/12/2022</td> <td>1.79</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 10% V.M + 10% PP</td> <td>2676.6</td> <td>2630.0</td> <td>22/11/2022</td> <td>22/11/2022</td> <td>1.74</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 10% V.M + 10% PP</td> <td>2675.3</td> <td>2629.9</td> <td>22/11/2022</td> <td>22/11/2022</td> <td>1.70</td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	PESO INICIAL	PESO 3ER CICLO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	ABRASION	PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2660.0	2645.5	22/11/2022	06/12/2022	0.55	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2667.4	2650.4	22/11/2022	06/12/2022	0.64	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2669.3	2648.7	22/11/2022	06/12/2022	0.77							PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2638.5	2612.9	22/11/2022	06/12/2022	0.97	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2642.2	2618.8	22/11/2022	06/12/2022	0.89	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2656.3	2628.2	22/11/2022	06/12/2022	1.06							PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2656.9	2617.7	22/11/2022	06/12/2022	1.48	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2663.7	2622.3	22/11/2022	06/12/2022	1.55	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2665.2	2624.1	22/11/2022	06/12/2022	1.54							PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2670.1	2622.2	22/11/2022	06/12/2022	1.79	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2676.6	2630.0	22/11/2022	22/11/2022	1.74	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2675.3	2629.9	22/11/2022	22/11/2022	1.70	<p>EDAD DE ENSAYO</p> <p>14 DIAS</p>
DESCRIPCION	PESO INICIAL	PESO 3ER CICLO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	ABRASION																																																																																													
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2660.0	2645.5	22/11/2022	06/12/2022	0.55																																																																																													
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2667.4	2650.4	22/11/2022	06/12/2022	0.64																																																																																													
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2669.3	2648.7	22/11/2022	06/12/2022	0.77																																																																																													
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2638.5	2612.9	22/11/2022	06/12/2022	0.97																																																																																													
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2642.2	2618.8	22/11/2022	06/12/2022	0.89																																																																																													
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2656.3	2628.2	22/11/2022	06/12/2022	1.06																																																																																													
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2656.9	2617.7	22/11/2022	06/12/2022	1.48																																																																																													
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2663.7	2622.3	22/11/2022	06/12/2022	1.55																																																																																													
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2665.2	2624.1	22/11/2022	06/12/2022	1.54																																																																																													
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2670.1	2622.2	22/11/2022	06/12/2022	1.79																																																																																													
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2676.6	2630.0	22/11/2022	22/11/2022	1.74																																																																																													
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2675.3	2629.9	22/11/2022	22/11/2022	1.70																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p>REALIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Siguem Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio</p> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p>VERIFICADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657</p> </td> </tr> </table>		<p>REALIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Siguem Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio</p>	<p>VERIFICADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657</p>																																																																																															
<p>REALIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Siguem Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio</p>	<p>VERIFICADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657</p>																																																																																																	

	FORMATO																																																																																																		
	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C944/C44M	 LABORATORIO DE MATERIALES																																																																																																	
Proyecto : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA. Solicitante : Francois Reyes Rondon Ubicación : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL Material : MUESTRAS DE CONCRETO PARA ABRASION	Registro N°: MTL-CL-87 Muestreado por : M. Saavedra Revisado por : A. Pillada Fecha de Ensayo: 20/12/2022 Turno: Diurno																																																																																																		
Código de Muestra : 6" Procedencia : --- N° de Muestra : --- Progresiva : ---	Profundidad: --- Norte: --- Este: --- Cota: ---																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>PESO INICIAL</th> <th>PESO 3ER CICLO</th> <th>FECHA DE VACEADO</th> <th>FECHA DE ENSAYO</th> <th>ABRASION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm²</td> <td>2661.4</td> <td>2643.3</td> <td>22/11/2022</td> <td>20/12/2022</td> <td>0.68</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm²</td> <td>2668.2</td> <td>2645.1</td> <td>22/11/2022</td> <td>20/12/2022</td> <td>0.87</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm²</td> <td>2669.9</td> <td>2644.1</td> <td>22/11/2022</td> <td>20/12/2022</td> <td>0.97</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 4% V.M + 4% PP</td> <td>2639.9</td> <td>2610.4</td> <td>22/11/2022</td> <td>20/12/2022</td> <td>1.12</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 4% V.M + 4% PP</td> <td>2643.2</td> <td>2615.5</td> <td>22/11/2022</td> <td>20/12/2022</td> <td>1.05</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 4% V.M + 4% PP</td> <td>2657.1</td> <td>2628.5</td> <td>22/11/2022</td> <td>20/12/2022</td> <td>1.08</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 7% V.M + 7% PP</td> <td>2659.4</td> <td>2615.5</td> <td>22/11/2022</td> <td>20/12/2022</td> <td>1.65</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 7% V.M + 7% PP</td> <td>2664.4</td> <td>2620.2</td> <td>22/11/2022</td> <td>20/12/2022</td> <td>1.66</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 7% V.M + 7% PP</td> <td>2666.6</td> <td>2620.9</td> <td>22/11/2022</td> <td>20/12/2022</td> <td>1.71</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 10% V.M + 10% PP</td> <td>2671.4</td> <td>2619.4</td> <td>22/11/2022</td> <td>20/12/2022</td> <td>1.95</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 10% V.M + 10% PP</td> <td>2677.8</td> <td>2628.2</td> <td>22/11/2022</td> <td>22/11/2022</td> <td>1.85</td> </tr> <tr> <td>PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm² + 10% V.M + 10% PP</td> <td>2679.5</td> <td>2627.6</td> <td>22/11/2022</td> <td>22/11/2022</td> <td>1.94</td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	PESO INICIAL	PESO 3ER CICLO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	ABRASION	PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2661.4	2643.3	22/11/2022	20/12/2022	0.68	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2668.2	2645.1	22/11/2022	20/12/2022	0.87	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2669.9	2644.1	22/11/2022	20/12/2022	0.97							PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2639.9	2610.4	22/11/2022	20/12/2022	1.12	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2643.2	2615.5	22/11/2022	20/12/2022	1.05	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2657.1	2628.5	22/11/2022	20/12/2022	1.08							PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2659.4	2615.5	22/11/2022	20/12/2022	1.65	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2664.4	2620.2	22/11/2022	20/12/2022	1.66	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2666.6	2620.9	22/11/2022	20/12/2022	1.71							PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2671.4	2619.4	22/11/2022	20/12/2022	1.95	PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2677.8	2628.2	22/11/2022	22/11/2022	1.85	PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2679.5	2627.6	22/11/2022	22/11/2022	1.94	EDAD DE ENSAYO 28 DIAS	
DESCRIPCION	PESO INICIAL	PESO 3ER CICLO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	ABRASION																																																																																														
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2661.4	2643.3	22/11/2022	20/12/2022	0.68																																																																																														
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2668.2	2645.1	22/11/2022	20/12/2022	0.87																																																																																														
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ²	2669.9	2644.1	22/11/2022	20/12/2022	0.97																																																																																														
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2639.9	2610.4	22/11/2022	20/12/2022	1.12																																																																																														
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2643.2	2615.5	22/11/2022	20/12/2022	1.05																																																																																														
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 4% V.M + 4% PP	2657.1	2628.5	22/11/2022	20/12/2022	1.08																																																																																														
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2659.4	2615.5	22/11/2022	20/12/2022	1.65																																																																																														
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2664.4	2620.2	22/11/2022	20/12/2022	1.66																																																																																														
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 7% V.M + 7% PP	2666.6	2620.9	22/11/2022	20/12/2022	1.71																																																																																														
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2671.4	2619.4	22/11/2022	20/12/2022	1.95																																																																																														
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2677.8	2628.2	22/11/2022	22/11/2022	1.85																																																																																														
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f’c = 210 kg/cm ² + 10% V.M + 10% PP	2679.5	2627.6	22/11/2022	22/11/2022	1.94																																																																																														
REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																																																																																																		



	FORMATO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	 LABORATORIO DE MATERIALES																																																																																																																																												
PROYECTO SOLICITANTE UBICACIÓN MATERIAL	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA. : Francois Reyes Rondon : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL : AGREGADO FINO	Registro N°: MTL20-TS-30 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : M. Saavedra Fecha de Ensayo: 14/11/2022 Turno: Diurno																																																																																																																																												
Código de Muestra : --- Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA N° de Muestra : --- Progresiva : ---																																																																																																																																														
AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Malla</th> <th>Peso Retenido g</th> <th>% Parcial Retenido</th> <th>% Acumulado Retenido</th> <th>% Acumulado que pasa</th> <th>ASTM "LIM INF"</th> <th>ASTM "LIM SUP"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4"</td><td>100.00 mm</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>3 1/2"</td><td>90.00 mm</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>3"</td><td>75.00 mm</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.00 mm</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.00 mm</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>37.50 mm</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.00 mm</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.00 mm</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.50 mm</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.50 mm</td><td></td><td></td><td>100.00</td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td># 4</td><td>4.75 mm</td><td>8.2</td><td>2.23</td><td>2.23</td><td>97.77</td><td>100.00</td></tr> <tr><td># 8</td><td>2.36 mm</td><td>33.0</td><td>8.99</td><td>11.23</td><td>88.77</td><td>100.00</td></tr> <tr><td># 16</td><td>1.18 mm</td><td>95.6</td><td>26.05</td><td>37.28</td><td>62.72</td><td>85.00</td></tr> <tr><td># 30</td><td>600 µm</td><td>110.2</td><td>30.03</td><td>67.30</td><td>32.70</td><td>60.00</td></tr> <tr><td># 50</td><td>300 µm</td><td>66.0</td><td>17.98</td><td>85.29</td><td>14.71</td><td>30.00</td></tr> <tr><td># 100</td><td>150 µm</td><td>41.0</td><td>11.17</td><td>96.46</td><td>3.54</td><td>10.00</td></tr> <tr><td>Fondo</td><td>-</td><td>13.0</td><td>3.54</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>-</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>MF</td><td>3.00</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>TMN</td><td>---</td></tr> </tbody> </table>			Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"	4"	100.00 mm				100.00	100.00	3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00	3"	75.00 mm				100.00	100.00	2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00	2"	50.00 mm				100.00	100.00	1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00	1"	25.00 mm				100.00	100.00	3/4"	19.00 mm				100.00	100.00	1/2"	12.50 mm				100.00	100.00	3/8"	9.50 mm			100.00	100.00	100.00	# 4	4.75 mm	8.2	2.23	2.23	97.77	100.00	# 8	2.36 mm	33.0	8.99	11.23	88.77	100.00	# 16	1.18 mm	95.6	26.05	37.28	62.72	85.00	# 30	600 µm	110.2	30.03	67.30	32.70	60.00	# 50	300 µm	66.0	17.98	85.29	14.71	30.00	# 100	150 µm	41.0	11.17	96.46	3.54	10.00	Fondo	-	13.0	3.54	100.00	0.00	-						MF	3.00						TMN	---
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"																																																																																																																																								
4"	100.00 mm				100.00	100.00																																																																																																																																								
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00																																																																																																																																								
3"	75.00 mm				100.00	100.00																																																																																																																																								
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00																																																																																																																																								
2"	50.00 mm				100.00	100.00																																																																																																																																								
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00																																																																																																																																								
1"	25.00 mm				100.00	100.00																																																																																																																																								
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00																																																																																																																																								
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00																																																																																																																																								
3/8"	9.50 mm			100.00	100.00	100.00																																																																																																																																								
# 4	4.75 mm	8.2	2.23	2.23	97.77	100.00																																																																																																																																								
# 8	2.36 mm	33.0	8.99	11.23	88.77	100.00																																																																																																																																								
# 16	1.18 mm	95.6	26.05	37.28	62.72	85.00																																																																																																																																								
# 30	600 µm	110.2	30.03	67.30	32.70	60.00																																																																																																																																								
# 50	300 µm	66.0	17.98	85.29	14.71	30.00																																																																																																																																								
# 100	150 µm	41.0	11.17	96.46	3.54	10.00																																																																																																																																								
Fondo	-	13.0	3.54	100.00	0.00	-																																																																																																																																								
					MF	3.00																																																																																																																																								
					TMN	---																																																																																																																																								
CURVA GRANULOMÉTRICA																																																																																																																																														
																																																																																																																																														
REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA EIRL Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																																																																																																																																													



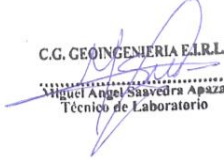

	FORMATO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	 LABORATORIO DE MATERIALES					
<p>PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA. REGISTRO N°: MTL20-TS-30</p> <p>SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon MUESTREADO POR : SOLICITANTE</p> <p>UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL ENSAYADO POR : M. Saavedra</p> <p>MATERIAL : AGREGADO GRUESO FECHA DE VACIADO : 14/11/2022</p> <p style="text-align: right;">TURNO : Diurno</p>							
<p>Código de Muestra : ---</p> <p>Lote : ---</p> <p>N° de Muestra : ---</p> <p>Progresiva : ---</p>							
AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56							
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"	
4"	101.60 mm	0	0	100	100	100.00	
3 1/2"	88.90 mm	0	0	100	100	100.00	
3"	76.20 mm	0	0	100	100	100.00	
2 1/2"	63.50 mm	0	0	100	100	100.00	
2"	50.80 mm	0	0	100	100	100.00	
1 1/2"	38.10 mm	0	0	100	100	100.00	
1"	25.40 mm	0	0	100	90	100.00	
3/4"	19.05 mm	495	37.86	62.14	40	85.00	
1/2"	12.70 mm	622	47.57	14.58	10	40.00	
3/8"	9.53 mm	155	11.85	97.28	0	15.00	
# 4	4.75 mm	35.6	2.72	100	0	5.00	
# 8	2.36 mm	0	0	100	0	0.00	
# 16	1.18 mm	0	0	100	0	0.00	
# 30	0.59 mm	0	0	100	0	0.00	
# 50	0.30 mm	0	0	100	0	0.00	
# 100	0.15 mm	0	0	100	0	0.00	
# 200	0.07 mm	0	0	100	0	0.00	
Fondo	0.01 mm	0	0	0	0	0.00	
8						MF	8.21
						TMN	3/4"
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657						



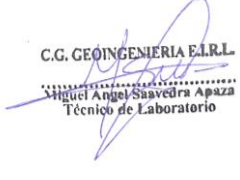

 GEO INGENIERIA	FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19	 LABORATORIO DE MATERIALES
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.	REGISTRO N°: MTL20-TS-30	
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon UBICACIÓN : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL MATERIAL : AGREGADO GRUESO- AGREGADO FINO	ENSAYADO POR : J. Cueto. FECHA DE ENSAYO : 14/11/2022 TURNO : Diurno	



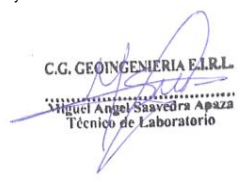
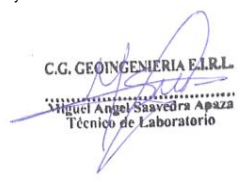


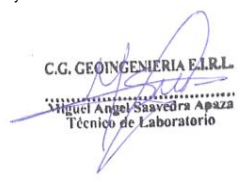

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	471.0	Ferreteria
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	5571.3	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	5551.2	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.4	



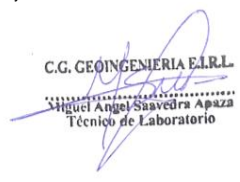
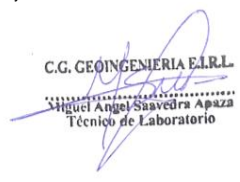


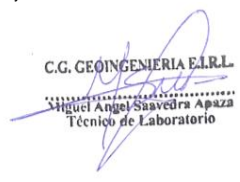

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	206.0	Ferreteria
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	618.5	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	612.3	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.5	

REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657
--	---









 GEO INGENIERIA	FORMATO DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	 LABORATORIO DE MATERIALES																								
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.		Registro N°: MTL20-TS-30																								
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon		Muestreado por : Solicitante																								
UBICACIÓN : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL		Ensayado por : M. Saavedra																								
MATERIAL : AGREGADO FINO		Fecha de Ensayo: 14/11/2022 Turno: Diurno																								
Código de Muestra : --- Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA N° de Muestra : --- Progresiva : ---																										
PESO UNITARIO SUELTO																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 45%;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 35%;">PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde (kg)</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Volumen de molde (m³)</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de molde + muestra suelta (kg)</td> <td style="text-align: center;">6.316</td> <td style="text-align: center;">6.385</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra suelta (kg)</td> <td style="text-align: center;">4.688</td> <td style="text-align: center;">4.757</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">1669</td> <td style="text-align: center;">1693</td> <td style="text-align: center;">1681</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO	Peso de molde (kg)	1.628	1.628		Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809		Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.316	6.385		Peso de muestra suelta (kg)	4.688	4.757		PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1669	1693	1681
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO																							
Peso de molde (kg)	1.628	1.628																								
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809																								
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.316	6.385																								
Peso de muestra suelta (kg)	4.688	4.757																								
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1669	1693	1681																							
PESO UNITARIO COMPACTADO																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 45%;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 35%;">PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde (kg)</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Volumen de molde (m³)</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de molde + muestra compactada (kg)</td> <td style="text-align: center;">6.523</td> <td style="text-align: center;">6.544</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra compactada (kg)</td> <td style="text-align: center;">4.895</td> <td style="text-align: center;">4.916</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">1743</td> <td style="text-align: center;">1750</td> <td style="text-align: center;">1746</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO	Peso de molde (kg)	1.628	1.628		Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809		Peso de molde + muestra compactada (kg)	6.523	6.544		Peso de muestra compactada (kg)	4.895	4.916		PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1743	1750	1746
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO																							
Peso de molde (kg)	1.628	1.628																								
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809																								
Peso de molde + muestra compactada (kg)	6.523	6.544																								
Peso de muestra compactada (kg)	4.895	4.916																								
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1743	1750	1746																							
REALIZADO POR	VERIFICADO POR																									
Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																									


 GEO INGENIERIA	FORMATO DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	 LABORATORIO DE MATERIALES																				
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.		Registro N°: MTL20-TS-30																				
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon		Muestreado por : Solicitante																				
UBICACIÓN : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL		Ensayado por : M. Saavedra																				
MATERIAL : AGREGADO GRUESO		Fecha de Ensayo: 14/11/2022 Turno: Diurno																				
Código de Muestra : -- Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA N° de Muestra : -- Progresiva : --																						
PESO UNITARIO SUELTO																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 40%;">PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde (kg)</td> <td style="text-align: center;">3.435</td> <td style="text-align: center;">3.435</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">1449</td> </tr> <tr> <td>Volumen de molde (m³)</td> <td style="text-align: center;">0.007084</td> <td style="text-align: center;">0.007084</td> </tr> <tr> <td>Peso de molde + muestra suelta (kg)</td> <td style="text-align: center;">13.700</td> <td style="text-align: center;">13.702</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra suelta (kg)</td> <td style="text-align: center;">10.265</td> <td style="text-align: center;">10.267</td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">1449</td> <td style="text-align: center;">1449</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO	Peso de molde (kg)	3.435	3.435	1449	Volumen de molde (m ³)	0.007084	0.007084	Peso de molde + muestra suelta (kg)	13.700	13.702	Peso de muestra suelta (kg)	10.265	10.267	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1449	1449
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO																			
Peso de molde (kg)	3.435	3.435	1449																			
Volumen de molde (m ³)	0.007084	0.007084																				
Peso de molde + muestra suelta (kg)	13.700	13.702																				
Peso de muestra suelta (kg)	10.265	10.267																				
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1449	1449																				
PESO UNITARIO COMPACTADO																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 40%;">PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde (kg)</td> <td style="text-align: center;">3.435</td> <td style="text-align: center;">3.435</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">1549</td> </tr> <tr> <td>Volumen de molde (m³)</td> <td style="text-align: center;">0.007084</td> <td style="text-align: center;">0.007084</td> </tr> <tr> <td>Peso de molde + muestra compactada (kg)</td> <td style="text-align: center;">14.412</td> <td style="text-align: center;">14.410</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra compactado (kg)</td> <td style="text-align: center;">10.977</td> <td style="text-align: center;">10.975</td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">1550</td> <td style="text-align: center;">1549</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO	Peso de molde (kg)	3.435	3.435	1549	Volumen de molde (m ³)	0.007084	0.007084	Peso de molde + muestra compactada (kg)	14.412	14.410	Peso de muestra compactado (kg)	10.977	10.975	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1550	1549
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO																			
Peso de molde (kg)	3.435	3.435	1549																			
Volumen de molde (m ³)	0.007084	0.007084																				
Peso de molde + muestra compactada (kg)	14.412	14.410																				
Peso de muestra compactado (kg)	10.977	10.975																				
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1550	1549																				
REALIZADO POR	VERIFICADO POR																					
Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																					

 GEO INGENIERIA	FORMATO DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	 LABORATORIO DE MATERIALES																								
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA. SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon UBICACIÓN : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL MATERIAL : ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO	Registro N°: MTL20-TS-30 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : M. Saavedra Fecha de Ensayo: 14/11/2022 Turno: Diurno																									
Código de Muestra : --- Procedencia : --- N° de Muestra : --- Progresiva : ---																										
PESO UNITARIO SUELTO																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 30%;">PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde (kg)</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Volumen de molde (m³)</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de molde + muestra suelta (kg)</td> <td style="text-align: center;">7.441</td> <td style="text-align: center;">7.489</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra suelta (kg)</td> <td style="text-align: center;">5.813</td> <td style="text-align: center;">5.861</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">2069</td> <td style="text-align: center;">2087</td> <td style="text-align: center;">2078</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO	Peso de molde (kg)	1.628	1.628		Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809		Peso de molde + muestra suelta (kg)	7.441	7.489		Peso de muestra suelta (kg)	5.813	5.861		PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	2069	2087	2078
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO																							
Peso de molde (kg)	1.628	1.628																								
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809																								
Peso de molde + muestra suelta (kg)	7.441	7.489																								
Peso de muestra suelta (kg)	5.813	5.861																								
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	2069	2087	2078																							
PESO UNITARIO COMPACTADO																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 30%;">PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde (kg)</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Volumen de molde (m³)</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de molde + muestra compactada (kg)</td> <td style="text-align: center;">7.772</td> <td style="text-align: center;">7.789</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra compactado (kg)</td> <td style="text-align: center;">6.144</td> <td style="text-align: center;">6.161</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">2187</td> <td style="text-align: center;">2193</td> <td style="text-align: center;">2190</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO	Peso de molde (kg)	1.628	1.628		Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809		Peso de molde + muestra compactada (kg)	7.772	7.789		Peso de muestra compactado (kg)	6.144	6.161		PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	2187	2193	2190
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO																							
Peso de molde (kg)	1.628	1.628																								
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809																								
Peso de molde + muestra compactada (kg)	7.772	7.789																								
Peso de muestra compactado (kg)	6.144	6.161																								
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	2187	2193	2190																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">REALIZADO POR</td> </tr> <tr> <td>Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </div> </td> </tr> </table>	REALIZADO POR	Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">VERIFICADO POR</td> </tr> <tr> <td>Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </div> </td> </tr> </table>	VERIFICADO POR	Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </div>																					
REALIZADO POR																										
Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </div>																										
VERIFICADO POR																										
Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </div>																										

 GEO INGENIERIA	FORMATO DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	 LABORATORIO DE MATERIALES																					
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA. SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon UBICACIÓN : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL MATERIAL : ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO	Registro N°: MTL20-TS-30 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : M. Saavedra Fecha de Ensayo: 14/11/2022 Turno: Diurno																						
Código de Muestra : --- Procedencia : --- N° de Muestra : --- Progresiva : ---																							
PESO UNITARIO SUELTO																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 40%;">PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde (kg)</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td rowspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Volumen de molde (m³)</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> </tr> <tr> <td>Peso de molde + muestra suelta (kg)</td> <td style="text-align: center;">7.441</td> <td style="text-align: center;">7.489</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra suelta (kg)</td> <td style="text-align: center;">5.813</td> <td style="text-align: center;">5.861</td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">2069</td> <td style="text-align: center;">2087</td> <td style="text-align: center;">2078</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO	Peso de molde (kg)	1.628	1.628		Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809	Peso de molde + muestra suelta (kg)	7.441	7.489	Peso de muestra suelta (kg)	5.813	5.861	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	2069	2087	2078
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO																				
Peso de molde (kg)	1.628	1.628																					
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809																					
Peso de molde + muestra suelta (kg)	7.441	7.489																					
Peso de muestra suelta (kg)	5.813	5.861																					
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	2069	2087		2078																			
PESO UNITARIO COMPACTADO																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 40%;">PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde (kg)</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td style="text-align: center;">1.628</td> <td rowspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Volumen de molde (m³)</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> <td style="text-align: center;">0.002809</td> </tr> <tr> <td>Peso de molde + muestra compactada (kg)</td> <td style="text-align: center;">7.772</td> <td style="text-align: center;">7.789</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra compactado (kg)</td> <td style="text-align: center;">6.144</td> <td style="text-align: center;">6.161</td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">2187</td> <td style="text-align: center;">2193</td> <td style="text-align: center;">2190</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO	Peso de molde (kg)	1.628	1.628		Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809	Peso de molde + muestra compactada (kg)	7.772	7.789	Peso de muestra compactado (kg)	6.144	6.161	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	2187	2193	2190
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO																				
Peso de molde (kg)	1.628	1.628																					
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809																					
Peso de molde + muestra compactada (kg)	7.772	7.789																					
Peso de muestra compactado (kg)	6.144	6.161																					
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	2187	2193		2190																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">REALIZADO POR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </div> </td> </tr> </tbody> </table>	REALIZADO POR	Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">VERIFICADO POR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </div> </td> </tr> </tbody> </table>	VERIFICADO POR	Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </div>																		
REALIZADO POR																							
Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </div>																							
VERIFICADO POR																							
Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </div>																							

 GEO INGENIERIA	FORMATO DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	 LABORATORIO DE MATERIALES																											
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA.	Registro N°: MTL20-TS-30	Muestreado por : Solicitante Ensayado por : M. Saavedra Fecha de Ensayo: 14/11/2022 Turno: Diurno																											
SOLICITANTE : Francois Reyes Rondon	UBICACIÓN : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL																												
MATERIAL : AGREGADO FINO																													
Código de Muestra : ---	Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA																												
N° de Muestra : ---	Progresiva : ---																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 75%;">IDENTIFICACIÓN</th> <th style="width: 20%;">1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)</td> <td style="text-align: center;">500.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td>Masa Frasco + agua</td> <td style="text-align: center;">666.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td>Masa Frasco + agua + muestra SSS</td> <td style="text-align: center;">978.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D</td> <td>Masa del Mat. Seco</td> <td style="text-align: center;">483.3</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Gravedad específica OD = D/(B+A-C)</td> <td style="text-align: center;">2.571</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Gravedad específica SSS = A/(B+A-C)</td> <td style="text-align: center;">2.660</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Densidad relativa (Gravedad específica aparente) = D/(B+D-C)</td> <td style="text-align: center;">2.821</td> </tr> <tr> <td colspan="2">% Absorción = 100*((A-D)/D)</td> <td style="text-align: center;">3.455</td> </tr> </tbody> </table>				IDENTIFICACIÓN	1	A	Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0	B	Masa Frasco + agua	666.5	C	Masa Frasco + agua + muestra SSS	978.5	D	Masa del Mat. Seco	483.3	Gravedad específica OD = D/(B+A-C)		2.571	Gravedad específica SSS = A/(B+A-C)		2.660	Densidad relativa (Gravedad específica aparente) = D/(B+D-C)		2.821	% Absorción = 100*((A-D)/D)		3.455
	IDENTIFICACIÓN	1																											
A	Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0																											
B	Masa Frasco + agua	666.5																											
C	Masa Frasco + agua + muestra SSS	978.5																											
D	Masa del Mat. Seco	483.3																											
Gravedad específica OD = D/(B+A-C)		2.571																											
Gravedad específica SSS = A/(B+A-C)		2.660																											
Densidad relativa (Gravedad específica aparente) = D/(B+D-C)		2.821																											
% Absorción = 100*((A-D)/D)		3.455																											
REALIZADO POR Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																												

	FORMATO DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	 LABORATORIO DE MATERIALES																						
PROYECTO SOLICITANTE UBICACIÓN MATERIAL	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM ² CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO Y PIEDRA POMEZ EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO EN LIMA. : Francois Reyes Rondon : Desarrollado en las instalaciones de GEOINGENIERIA EIRL : AGREGADO GRUESO	Registro N°: MTL20-TS-30 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : M. Saavedra Fecha de Ensayo: 14/11/2022 Turno: Diurno																						
Tipo de muestra : --- Procedencia : Agregados de ferretería. N° de Muestra : --- Progresiva : ---																								
<table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Masa de la muestra sss</td> <td style="text-align: center;">2103.6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Masa de la muestra sss sumergida</td> <td style="text-align: center;">1329.9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Masa de la muestra secada al horno</td> <td style="text-align: center;">2080.7</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>RESULTADOS</th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gravedad específica OD</td> <td style="text-align: center;">2.689</td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica SSS</td> <td style="text-align: center;">2.719</td> </tr> <tr> <td>Densidad relativa (Gravedad específica aparente)</td> <td style="text-align: center;">2.771</td> </tr> <tr> <td>Absorción (%)</td> <td style="text-align: center;">1.1</td> </tr> </tbody> </table>			DATOS		A	1	Masa de la muestra sss	2103.6	2	Masa de la muestra sss sumergida	1329.9	3	Masa de la muestra secada al horno	2080.7	RESULTADOS	1	Gravedad específica OD	2.689	Gravedad específica SSS	2.719	Densidad relativa (Gravedad específica aparente)	2.771	Absorción (%)	1.1
DATOS		A																						
1	Masa de la muestra sss	2103.6																						
2	Masa de la muestra sss sumergida	1329.9																						
3	Masa de la muestra secada al horno	2080.7																						
RESULTADOS	1																							
Gravedad específica OD	2.689																							
Gravedad específica SSS	2.719																							
Densidad relativa (Gravedad específica aparente)	2.771																							
Absorción (%)	1.1																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>REALIZADO POR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio </td> </tr> </tbody> </table>	REALIZADO POR	Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>VERIFICADO POR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657 </td> </tr> </tbody> </table>		VERIFICADO POR	Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																		
REALIZADO POR																								
Nombre y firma:  C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L. Miguel Angel Saavedra Apaza Técnico de Laboratorio																								
VERIFICADO POR																								
Nombre y firma:  Abel Pillada Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657																								



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 271-2022
Fecha de emisión : 2022-07-12

1. Solicitante : **CG GEOINGNEIERIA E.I.R.L.**
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Descripción del Equipo : **MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL**
Marca de Prensa : **FORNEY**
Capacidad de Prensa : **100 t**
Marca de indicador : **FORNEY**
Modelo de Indicador : **TA-1252**
Serie de Indicador : **NO INDICA**
Marca de Transductor : **FORNEY**
Modelo de Transductor : **NO INDICA**
Serie de Transductor : **10450112**
Bomba Hidraulica : **ELÉCTRICA**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
10 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

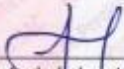
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20.8	20.6
Humedad %	76	76

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9995	10017	0,05	-0,17	10005,6	-0,06	-0,22
20000	20072	20102	-0,36	-0,51	20087,1	-0,43	-0,15
30000	30087	30131	-0,29	-0,44	30108,7	-0,36	-0,15
40000	40130	40270	-0,33	-0,68	40200,2	-0,50	-0,35
50000	50217	50277	-0,43	-0,55	50248,7	-0,49	-0,12
60000	60372	60369	-0,62	-0,62	60370,8	-0,61	0,01
70000	70496	70393	-0,71	-0,56	70444,3	-0,63	0,15

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el $\pm 1,0 \%$
- Coefficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9928x + 79,177$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

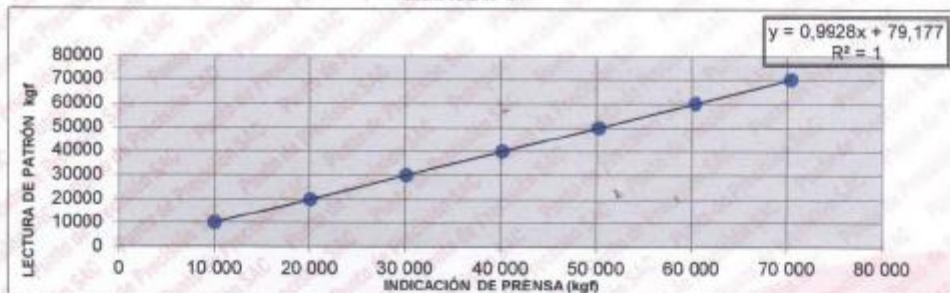
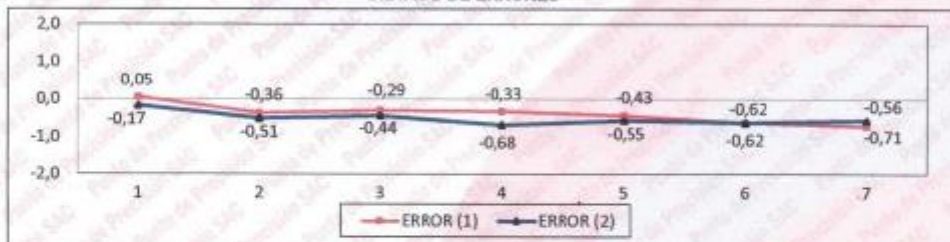


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 369 - 2022

Página : 1 de 4

Expediente : 131-2022
Fecha de emisión : 2022-09-25

1. Solicitante : **CG GEOINGNEIERIA E.I.R.L.**

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : **ESTUFA**

Indicación : **DIGITAL**

Marca del Equipo : **PERUTEST**
Modelo del Equipo : **PT-H136**
Serie del Equipo : **0120**
Capacidad del Equipo : **134 L**
Código de Identificación : **NO INDICA**

Marca de indicador : **AUTOCOMP**
Modelo de indicador : **TCD**
Serie de indicador : **NO INDICA**
Temperatura calibrada : **110 °C**

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
24 - SETIEMBRE - 2022

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2022	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,3	21,4
Humedad %	65	65

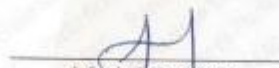
7. Conclusiones

La estufa se encuentra fuera de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2022

Página : 2 de 4

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	108,9	109,1	113,7	108,3	118,8	109,4	107,1	106,7	110,2	111,6	110,4	12,1
2	110	108,6	109,6	113,2	108,5	118,5	109,6	107,5	106,6	110,2	111,2	110,4	12,0
4	109	108,5	109,3	113,2	108,6	118,5	109,3	107,2	106,5	110,3	111,3	110,3	12,0
6	110	108,2	109,2	113,3	108,5	118,3	109,2	107,4	106,3	110,2	111,2	110,2	12,0
8	110	108,2	109,0	113,0	108,3	118,5	109,3	107,2	106,2	110,3	111,3	110,1	12,3
10	109	108,4	109,0	113,0	108,2	118,4	109,2	107,3	106,3	110,2	111,3	110,1	12,1
12	110	108,2	109,5	113,2	108,3	118,0	109,5	107,5	106,2	110,3	111,0	110,2	11,8
14	110	108,3	109,3	113,2	108,2	118,0	109,3	107,2	106,3	110,2	111,3	110,1	11,7
16	110	108,5	109,6	113,2	108,0	118,0	109,3	107,2	106,3	110,2	111,3	110,1	11,7
18	109	108,6	109,1	113,2	108,0	118,2	109,5	107,0	106,3	110,3	111,4	110,2	11,9
20	110	108,5	109,2	113,1	108,3	118,0	109,6	107,5	106,2	110,6	111,2	110,2	11,8
22	110	108,3	109,3	113,0	108,2	118,2	109,2	107,2	106,5	110,3	111,5	110,2	11,7
24	110	108,3	109,5	113,3	108,5	118,0	109,6	107,3	106,0	110,2	111,2	110,2	12,0
26	109	108,0	109,5	113,2	108,6	118,0	109,2	107,4	106,0	110,3	111,1	110,1	12,0
28	110	108,5	109,6	113,4	108,4	118,2	109,3	107,5	106,4	110,0	111,0	110,3	11,8
30	109	108,2	109,3	113,6	108,6	118,4	109,3	107,6	106,3	110,3	111,3	110,3	12,1
32	110	108,3	109,2	113,2	108,5	118,3	109,6	107,5	106,2	110,3	111,3	110,2	12,1
34	110	108,4	109,6	113,3	108,5	118,2	109,5	107,2	106,2	110,3	111,3	110,3	12,0
36	109	108,2	109,5	113,2	108,2	118,5	109,6	107,2	106,3	110,5	111,3	110,3	12,2
38	110	108,5	109,6	113,3	109,3	118,5	109,5	107,3	106,5	110,5	111,3	110,3	12,2
40	109	108,3	109,2	113,2	108,2	118,6	109,6	107,2	106,2	110,6	111,6	110,3	12,0
42	110	108,4	109,5	113,0	108,2	118,2	109,5	107,4	106,3	110,3	111,0	110,2	11,9
44	109	108,7	109,6	113,0	108,5	118,0	109,6	107,2	106,2	110,2	111,0	110,2	11,8
46	110	108,6	109,3	113,2	108,3	118,0	109,6	107,5	106,3	110,1	111,1	110,2	11,7
48	110	108,5	109,2	113,3	108,0	118,5	109,5	107,4	106,2	110,1	111,2	110,2	12,3
50	110	108,6	109,6	113,2	108,4	118,3	109,6	107,6	106,5	110,3	111,3	110,3	11,8
52	109	108,5	109,2	113,6	108,6	118,4	109,4	107,2	106,3	110,3	111,2	110,3	12,1
54	110	108,2	109,4	113,2	108,5	118,2	109,0	107,3	106,2	110,2	111,3	110,2	12,0
56	110	108,3	109,6	113,5	108,8	118,5	109,0	107,4	106,3	110,5	111,2	110,3	12,2
58	109	108,5	109,5	113,6	108,5	118,5	109,6	107,2	106,5	110,3	111,3	110,4	12,0
60	110	108,6	109,5	113,2	108,6	118,2	109,5	107,5	106,5	110,3	111,3	110,3	11,6
T. PROM	109,7	108,4	109,4	113,3	108,4	118,3	109,4	107,3	106,3	110,3	111,3	110,2	
T. MAX	110,0	108,9	109,6	113,7	108,8	118,8	109,6	107,6	106,7	110,6	111,6		
T. MIN	109,0	108,0	109,0	113,0	108,0	118,0	109,0	107,0	106,0	110,0	111,0		
DTT	1,0	0,9	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	118,8	0,4
Mínima Temperatura Medida	106,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	12,0	0,3
Estabilidad Media (±)	0,45	0,02
Uniformidad Media	12,8	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



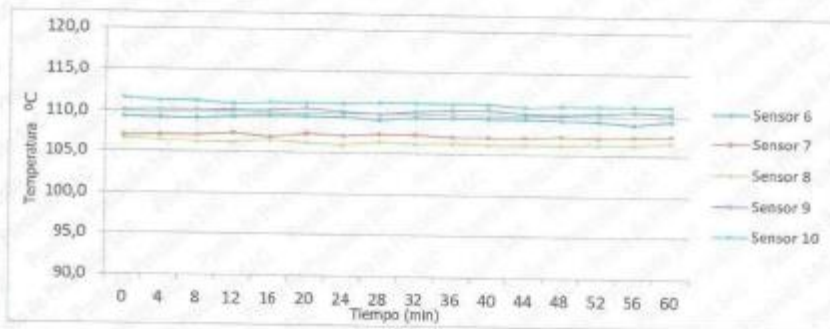
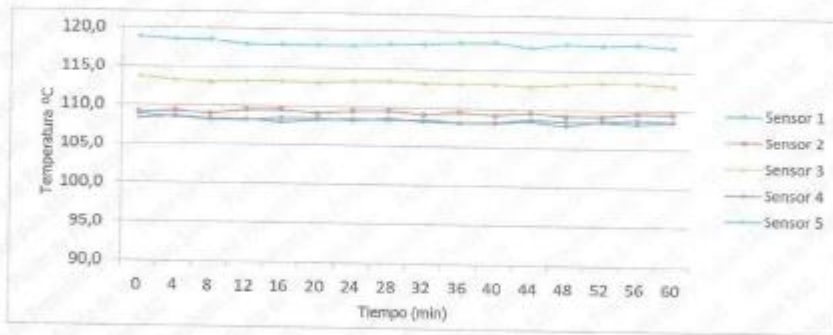
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2022

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



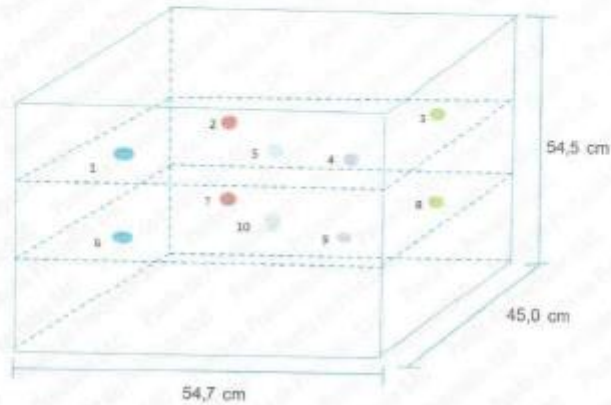
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 389 - 2022

Página : 4 de 4

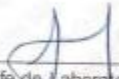
DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cms del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
Eli - Perú
Organismo de Evaluación y Acreditación

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2022

Página: 1 de 3


<p>Expediente : 131-2022 Fecha de Emisión : 2022-09-29</p> <p>1. Solicitante : CG GEOINGNEIERIA E.I.R.L.</p> <p>Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL, 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p> <p>2. Instrumento de Medición : BALANZA</p> <p>Marca : OHAUS</p> <p>Modelo : EB30</p> <p>Número de Serie : 8031307548</p> <p>Alcance de Indicación : 30 000 g</p> <p>División de Escala de Verificación (e) : 1 g</p> <p>División de Escala Real (d) : 1 g</p> <p>Procedencia : CHINA</p> <p>Identificación : LS-10</p> <p>Tipo : ELECTRÓNICA</p> <p>Ubicación : LABORATORIO</p> <p>Fecha de Calibración : 2022-09-22</p>	<p>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. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>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 reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN 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.</p>
<p>3. Método de Calibración La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.</p>	
<p>4. Lugar de Calibración</p> <p>MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	




PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631




Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2022
Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	21,7	21,9
Humedad Relativa	61,1	61,1

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C0772-2021
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2021
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2021
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2021
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2021
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2021


7. Observaciones
(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 983 g para una carga de 30 000 g
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición


INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000 g		Carga L2= 30 000 g			
	I (g)	ΔL (g)	I (g)	ΔL (g)		
	Temp. (°C)		Temp. (°C)			
			21,7	21,8		
1	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,8	-0,2
2	15 000	0,8	-0,2	30 000	0,5	-0,1
3	15 000	0,8	-0,2	30 000	0,8	-0,4
4	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
5	15 001	0,3	1,1	30 000	0,8	-0,2
6	15 000	0,9	-0,5	30 000	0,9	-0,5
7	15 000	0,8	-0,2	30 000	0,8	-0,2
8	15 000	0,5	-0,1	30 000	0,7	-0,3
9	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
10	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
Diferencia Máxima			1,6	0,4		
Error máximo permitido ±			2 g	3 g		




PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033**

Punto de Precisión SAC



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Registro RUC - 833

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2022
Página: 3 de 3

2	1	5
3	4	

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	21,8	21,8

Posición de la Carga	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	AL (g)	E _g (g)	Carga L (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10	10	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,8	-0,3	-0,2
2		10	0,6	-0,1		10 000	0,8	-0,1	0,0
3		10	0,9	-0,4		10 000	0,9	-0,4	0,0
4		10	0,5	0,0		10 000	0,9	-0,4	-0,4
5		10	0,8	-0,3		9 999	0,3	-0,8	-0,5
					Error máximo permitido : ± 2 g				

(*) Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial	Final
	21,8	21,9

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,6	-0,1						
50,0	50	0,5	0,0	0,1	50	0,6	-0,1	0,0	1
500,0	500	0,6	-0,1	0,0	500	0,8	-0,3	-0,2	1
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,3	2 000	0,6	-0,1	0,0	1
5 000,0	5 000	0,8	-0,1	0,0	5 000	0,5	0,0	0,1	1
7 000,0	7 000	0,8	-0,3	-0,2	7 000	0,6	-0,1	0,0	2
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,4	0,1	0,2	2
15 000,1	15 000	0,6	-0,2	-0,1	15 000	0,8	-0,4	-0,3	2
20 000,1	20 001	0,3	1,1	1,2	20 000	0,7	-0,3	-0,2	2
25 000,1	25 001	0,4	1,0	1,1	25 001	0,3	1,1	1,2	3
30 000,1	30 000	0,8	-0,4	-0,3	30 000	0,8	-0,4	-0,3	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada


$$R_{\text{corregida}} = R - 2,66 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,37 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 5,20 \times 10^{-10} \times R^2}$$

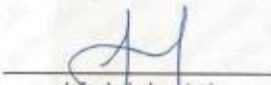
R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_g: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g



LABORATORIO
PUNTO DE
PRECISIÓN
S A C

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2022

Página: 1 de 3

<p>Expediente : 131-2022 Fecha de Emisión : 2022-09-29</p> <p>1. Solicitante : CG GEOINGNEIERIA E.I.R.L.</p> <p>Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p> <p>2. Instrumento de Medición : BALANZA</p> <p>Marca : NEW CLASSIC</p> <p>Modelo : WT6002G</p> <p>Número de Serie : 150921008</p> <p>Alcance de Indicación : 600 g</p> <p>División de Escala de Verificación (e) : 0,01 g</p> <p>División de Escala Real (d) : 0,01 g</p> <p>Procedencia : NO INDICA</p> <p>Identificación : LS-09</p> <p>Tipo : ELECTRÓNICA</p> <p>Ubicación : LABORATORIO</p> <p>Fecha de Calibración : 2022-09-22</p>	<p>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. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>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 reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN 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.</p>
<p>3. Método de Calibración La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.</p>	
<p>4. Lugar de Calibración MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL, 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	



LABORATORIO
PUNTO DE
PRECISIÓN
S A C

PT-06.F08 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,7	21,7
Humedad Relativa	60,1	60,1

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C0772-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 600,00 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 599,70 g para una carga de 600,00 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	88T. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 21,7			Final 21,7		
	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	299,99	0,003	-0,008	599,99	0,002	-0,007
2	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,001	-0,006
3	299,98	0,002	-0,017	599,98	0,003	-0,018
4	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,002	-0,007
5	299,99	0,001	-0,006	599,99	0,001	-0,006
6	299,99	0,002	-0,007	599,99	0,002	-0,007
7	299,98	0,001	-0,018	599,98	0,002	-0,017
8	299,99	0,002	-0,007	599,99	0,001	-0,006
9	299,99	0,003	-0,008	599,99	0,003	-0,008
10	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,002	-0,007
Diferencia Máxima	0,011			0,012		
Error máximo permitido ±	0,03 g			± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,10	0,10	0,006	-0,001	200,00	199,99	0,003	-0,008	-0,007
2		0,10	0,005	0,000		199,99	0,002	-0,007	-0,007
3		0,10	0,005	0,000		199,99	0,004	-0,009	-0,009
4		0,10	0,004	0,001		199,98	0,003	-0,018	-0,019
5		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,006	-0,001	0,000

Temp. (°C) Inicial: 21,7 Final: 21,7

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 0,03 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,006	-0,001						
0,200	0,20	0,008	-0,003	-0,002	0,20	0,009	-0,004	-0,003	0,01
5,000	5,00	0,007	-0,002	-0,001	5,00	0,006	-0,001	0,000	0,01
20,000	20,00	0,006	-0,001	0,000	20,02	0,008	0,017	0,018	0,01
50,000	49,99	0,003	-0,006	-0,007	49,99	0,005	-0,010	-0,009	0,01
100,000	100,02	0,009	0,016	0,017	100,03	0,008	0,027	0,028	0,02
150,000	150,01	0,004	0,011	0,012	150,00	0,006	-0,001	0,000	0,02
200,000	200,01	0,002	0,013	0,014	200,00	0,007	-0,002	-0,001	0,02
400,001	400,02	0,003	0,021	0,022	400,01	0,004	0,011	0,011	0,03
500,000	500,00	0,008	-0,003	-0,002	500,02	0,005	0,020	0,021	0,03
600,000	600,03	0,009	0,026	0,027	600,03	0,009	0,026	0,027	0,03

s.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,24 \times 10^{-5} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = z \sqrt{8,17 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 8,06 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2022

Página: 1 de 3

<p>Expediente : 131-2022 Fecha de Emisión : 2022-09-29</p> <p>1. Solicitante : CG GEOINGNEIERIA E.I.R.L.</p> <p>Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p> <p>2. Instrumento de Medición : BALANZA</p> <p>Marca : HENKEL</p> <p>Modelo : FA2004</p> <p>Número de Serie : GK109136</p> <p>Alcance de Indicación : 200 g (*)</p> <p>División de Escala de Verificación (e) : 1 mg</p> <p>División de Escala Real (d) : 0,1 mg</p> <p>Procedencia : NO INDICA</p> <p>Identificación : LS-06</p> <p>Tipo : ELECTRÓNICA</p> <p>Ubicación : LABORATORIO</p> <p>Fecha de Calibración : 2022-09-24</p>	<p>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. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>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 reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN 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.</p>
<p>3. Método de Calibración La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.</p>	
<p>4. Lugar de Calibración MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	




LABORATORIO
PUNTO DE
PRECISIÓN
S A C

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2022
Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	20,6	21,5
Humedad Relativa	56,8	62,6

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2021


7. Observaciones
(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 200,0004 g
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 199,9982 g para una carga de 200,0000 g
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, según la Norma Metrología Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

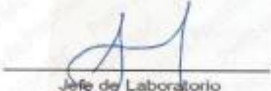
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 21,5			Final 21,1		
	Carga L1= 100,0002 g			Carga L2= 200,0004 g		
	I (g)	ΔI (mg)	E (mg)	I (g)	ΔI (mg)	E (mg)
1	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
2	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
3	100,0001	0,0	-0,1	200,0000	0,0	-0,4
4	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
5	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
6	100,0000	0,0	-0,2	200,0001	0,0	-0,3
7	100,0001	0,0	-0,1	200,0000	0,0	-0,4
8	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
9	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
10	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
Diferencia Máxima			0,1			0,1
Error máximo permitido	±		2 mg	±		3 mg



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _q				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (mg)	E _q (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0,0010	0,0009	0,0	-0,1	60,0002	59,9999	0,0	-0,3	-0,2
2		0,0010	0,0	0,0		60,0001	0,0	-0,1	-0,1
3		0,0011	0,0	0,1		60,0002	0,0	0,0	-0,1
4		0,0011	0,0	0,1		60,0001	0,0	-0,1	-0,2
5		0,0012	0,0	0,2		59,9999	0,0	-0,3	-0,5
Error máximo permitido ± 2 mg									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0,0	0,0010	0,0	0,0						
0,0	0,0100	0,0	0,0	0,0	0,0100	0,0	0,0	0,0	1
0,2	0,2000	0,0	0,0	0,0	0,2001	0,0	0,1	0,1	0
0,5	0,5001	0,0	0,1	0,1	0,5000	0,0	0,0	0,0	0
2,0	2,0002	0,0	0,1	0,1	2,0000	0,0	-0,1	-0,1	0
5,0	5,0000	0,0	-0,1	-0,1	5,0001	0,0	0,0	0,0	0
10,0	10,0001	0,0	0,0	0,1	10,0001	0,0	0,0	0,1	0
20,0	20,0002	0,0	0,2	0,2	20,0001	0,0	0,1	0,1	0
50,0	50,0001	0,0	0,0	0,0	50,0002	0,0	0,1	0,1	0
100,0	100,0002	0,0	0,0	0,0	100,0002	0,0	0,0	0,0	0
200,0	200,0000	0,0	-0,4	-0,4	200,0000	0,0	-0,4	-0,4	0

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 5,19 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{6,78 \times 10^{-9} \text{ mg}^2 + 7,43 \times 10^{-1} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E_q: Error en caso E_c: Error corregido

R: en mg

FBI DEL DOCUMENTO



PT-06.F08 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.