



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DEL TIPO DE CEMENTO EN EL
ASENTAMIENTO, PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD, PESO
UNITARIO, CONTENIDO DE AIRE Y RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL,
TRUJILLO 2021

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Richard Alexander Aleman Paucar

Hector Efrain Cordova Flores

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo – Perú

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

A nuestros hermanos (as) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Juan y Elena; y, Héctor y Carmen, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ingeniero Vásquez Díaz Alberto Rubén asesor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad Problemática.....	12
1.2. Antecedentes de la investigación.....	19
1.3. Bases teóricas.....	30
1.3.1. Concreto.....	30
1.3.2. Propiedades del concreto.....	36
1.3.3. Diseño de Mezcla.....	41
1.4. Formulación del problema.....	42
1.5. Objetivos.....	42
1.5.1. Objetivo general.....	42
1.5.2. Objetivos específicos.....	42
1.6. Hipótesis.....	43
1.6.1. Hipótesis general.....	43
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	44
2.1. Tipo de investigación.....	44
2.1.1. Según el propósito.....	44
2.1.2. Según el diseño.....	44
2.2. Diseño de investigación.....	44
2.3. Variables.....	45
2.3.1. Clasificación de variables.....	45
2.3.2. Operacionalización de variables.....	46
2.4. Población y muestra.....	52
2.4.1. Población.....	52
2.4.2. Muestra.....	52
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
2.5.1. Técnica de recolección de datos.....	53
2.5.2. Instrumentos de recolección de datos.....	53
2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos.....	54
2.5.4. Análisis de datos.....	54

2.5.5.	Instrumento de análisis de datos	55
2.6.	Procedimiento	56
2.6.1.	Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso (NTP.400.012 – ASTM C136)	56
2.6.2.	Humedad de agregado grueso y agregado fino (NTP.339.185)	58
2.6.3.	Peso unitario del agregado grueso y fino (NTP.400.017 – ASTM C29)	58
2.6.4.	Peso específico y absorción de los agregados	59
2.6.5.	Diseño de mezcla	62
2.6.6.	Ensayos del concreto	62
2.7.	Desarrollo de tesis	70
2.7.1.	Materia Prima	70
2.7.2.	Caracterización de agregados	71
2.7.3.	Diseño de mezcla ACI-211	78
2.7.4.	Asentamiento	95
2.7.5.	Peso unitario	95
2.7.6.	Contenido de aire	95
2.7.7.	Resistencia a la compresión	96
CAPÍTULO III. RESULTADOS		106
3.1.	Caracterización de agregados	106
3.2.	Diseño de mezcla para cada tipo de cemento con $f'c=210$ kg/cm² y 3’’-4’’ de asentamiento teórico	106
3.3.	Asentamiento real del concreto	109
3.4.	Pérdida de trabajabilidad del concreto	109
3.5.	Peso unitario del concreto	110
3.6.	Contenido de aire del concreto	110
3.7.	Resistencia a la compresión del concreto	111
3.8.	Prueba de hipótesis	112
3.8.1.	Análisis de distribución normal	112
3.8.2.	Análisis de varianza	113
3.8.3.	Análisis posprueba	115
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		121
4.1.	Discusión	121
4.2.	Conclusiones	129
4.3.	Recomendaciones	133
REFERENCIAS		135
ANEXOS:		139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje que pasa (agregado fino)	34
Tabla 2. Límite de sustancias nocivas en el agregado fino	34
Tabla 3. Límite de sustancias nocivas en el agregado grueso.	35
Tabla 4. Diseño de investigación	44
Tabla 5. Matriz de clasificación de variables	45
Tabla 6. Matriz de operacionalización de la variable asentamiento.....	46
Tabla 7. Matriz de operacionalización de la variable pérdida de trabajabilidad	47
Tabla 8. Operacionalización de la variable peso unitario	48
Tabla 9. Operacionalización de la variable contenido de aire.....	49
Tabla 10. Operacionalización de la variable resistencia a la compresión	50
Tabla 11. Operacionalización de la variable tipos de cemento	51
Tabla 12. Tamaño de muestra	52
Tabla 13. Tamaño de muestra para las propiedades del concreto en estado fresco	53
Tabla 14. Pruebas para el análisis de datos	55
Tabla 15. Requisitos de la barra compactadora.....	67
Tabla 16. Moldeo de especímenes por apisonado (Requisitos)	68
Tabla 17. Tolerancia permisible para el ensayo de resistencia a la compresión	70
Tabla 18. Esquema de la granulometría del agregado fino	71
Tabla 19. Módulo de finura.....	72
Tabla 20. Esquema de la granulometría del agregado grueso	73
Tabla 21. Datos para hallar el contenido de humedad del agregado fino.....	75
Tabla 22. Datos para hallar el contenido de humedad del agregado grueso	75
Tabla 23. Datos para hallar el PU del agregado fino.....	76
Tabla 24. Datos para hallar el PU del agregado grueso	76
Tabla 25. Datos para hallar la densidad específica y absorción del agregado grueso.....	77
Tabla 26. Datos para hallar el peso específico y absorción del agregado fino.....	78
Tabla 27. Tabla se asentamiento según la consistencia.....	78
Tabla 28. Elección del agua de mezclado según el TMN y asentamiento	78
Tabla 29. Determinación de f'_{cr} cuando no hay datos para calcular S.....	79
Tabla 30. Dependencia entre la relación a/c y la resistencia a la compresión del concreto	80
Tabla 31. Determinación del coeficiente b/b_o	80

Tabla 32. Estimación del contenido de agregado fino	81
Tabla 33. Proporción de materiales por peso húmedo	82
Tabla 34. Proporción de materiales por peso SSS.....	82
Tabla 35. Proporción de materiales con cemento Pacasmayo MS	83
Tabla 36. Estimación del contenido de agregado fino	83
Tabla 37. Proporción de materiales por peso húmedo	84
Tabla 38. Proporción de materiales por peso SSS.....	85
Tabla 39. Proporción de materiales con cemento Pacasmayo ICo.....	85
Tabla 40. Estimación del contenido de agregado fino	86
Tabla 41. Proporción de materiales por peso húmedo	87
Tabla 42. Proporción de materiales por peso SSS.....	87
Tabla 43. Proporción de materiales con cemento Mochica MS	88
Tabla 44. Estimación del contenido de agregado fino	88
Tabla 45. Proporción de materiales por peso húmedo	89
Tabla 46. Proporción de materiales por peso SSS.....	90
Tabla 47. Proporción de materiales con cemento Mochica ICo.....	90
Tabla 48. Estimación del contenido de agregado fino	90
Tabla 49. Proporción de materiales por peso húmedo	91
Tabla 50. Proporción de materiales por peso SSS.....	92
Tabla 51. Proporción de materiales con cemento Inka HS	92
Tabla 52. Estimación del contenido de agregado fino	93
Tabla 53. Proporción de materiales por peso húmedo	94
Tabla 54. Proporción de materiales por peso SSS.....	94
Tabla 55. Proporción de materiales con cemento Inka ICo	95
Tabla 56. Datos para hallar el contenido de aire (método gravimétrico)	96
Tabla 57. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo MS curadas a 3 días	97
Tabla 58. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo ICo curadas a 3 días	97
Tabla 59. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica MS curadas a 3 días	98
Tabla 60. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica ICo curadas a 3 días	98
Tabla 61. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka HS curadas a 3 días	99
Tabla 62. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka ICo curadas a 3 días	99
Tabla 63. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo MS curadas a 7 días	100

Tabla 64. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo ICo curadas a 7 días	100
Tabla 65. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica MS curadas a 7 días	101
Tabla 66. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica ICo curadas a 7 días	101
Tabla 67. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka HS curadas a 7 días	102
Tabla 68. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka ICo curadas a 7 días	102
Tabla 69. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo MS curadas a 28 días	103
Tabla 70. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo ICo curadas a 28 días	103
Tabla 71. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica MS curadas a 28 días	104
Tabla 72. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica ICo curadas a 28 días	104
Tabla 73. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka HS curadas a 28 días	105
Tabla 74. Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka ICo curadas a 28 días	105
Tabla 75. Caracterización del agregado fino.....	106
Tabla 76. Caracterización del agregado grueso.....	106
Tabla 77. Diseño de mezcla para el concreto con cemento Pacasmayo MS	107
Tabla 78. Diseño de mezcla para el concreto con cemento Pacasmayo ICo.....	107
Tabla 79. Diseño de mezcla para el concreto con cemento Mochica MS	107
Tabla 80. Diseño de mezcla para el concreto con cemento Mochica ICo.....	108
Tabla 81. Diseño de mezcla para el concreto con cemento Inka HS	108
Tabla 82. Diseño de mezcla para el concreto con cemento Inka ICo.....	108
Tabla 83. Asentamiento real del concreto para cada tipo de cemento según la NTP.339.035..	109
Tabla 84. Pérdida de trabajabilidad del concreto en evaluación para cada tipo de cemento en tiempos de 0 minutos, 30 minutos y 60 minutos, según la NTP.339.035	109
Tabla 85. Peso unitario del concreto para cada tipo de cemento, según la NTP.339.046.....	110
Tabla 86. Contenido de aire del concreto para cada tipo de cemento, según la NTP.339.046 ..	110
Tabla 87. Prueba de normalidad a los 3 días de curado	112
Tabla 88. Prueba de normalidad a los 7 días de curado	113
Tabla 89. Prueba de normalidad a los 28 días de curado	113
Tabla 90. Análisis de varianza a 3 días de curado.....	114

Tabla 91. Análisis de varianza a 7 días de curado.....	114
Tabla 92. Análisis de varianza a 28 días de curado.....	114
Tabla 93. Análisis posprueba a 3 días de curado	115
Tabla 94. Resistencias promedio a la compresión del concreto, curado a 3 días	116
Tabla 95. Análisis posprueba a 7 días de curado	117
Tabla 96. Resistencias promedio a la compresión del concreto, curado a 7 días	118
Tabla 97. Análisis posprueba a 28 días de curado	118
Tabla 98. Resistencias promedio a la compresión del concreto, curado a 28 días	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento	56
Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino.....	72
Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso	74
Figura 4. Resistencias a la Compresión Promedio (3 días).....	111
Figura 5. Resistencias a la Compresión Promedio (7 días).....	111
Figura 6. Resistencias a la Compresión Promedio (28 días).....	112
Figura 7. Validación de instrumento por experto.....	139
Figura 8. Formato de hoja de ficha de datos	140
Figura 9. Proporción de materiales para tandas de concreto según diseño	141
Figura 10. Cono de Abrams para obtener el Slump del concreto.....	142
Figura 11. Probetas cilíndricas llenas de concreto	143
Figura 12. Slump después de 1 hora de preparado el concreto	144
Figura 13. Verificación de Slump del concreto Elaborado con Cemento Mochica MS	145
Figura 14. Verificación de slump del concreto elaborado con cemento Pacasmayo Extraforte	146
Figura 15. Enrazado de probetas para su posterior curado.....	147
Figura 16. Lectura de temperatura de un tipo de concreto	148
Figura 17. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Pacasmayo MS.....	149
Figura 18. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Pacasmayo ICo	150
Figura 19. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Mochica MS.....	151
Figura 20. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Mochica ICo	152
Figura 21. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Inka HS	153
Figura 22. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Inka ICo	154
Figura 23. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Pacasmayo MS.....	155
Figura 24. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Pacasmayo ICo	156
Figura 25. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Mochica MS.....	157
Figura 26. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Mochica ICo	158
Figura 27. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Inka HS	159
Figura 28. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Inka ICo	160
Figura 29. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Pacasmayo MS... 161	
Figura 30. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Pacasmayo ICo .. 162	
Figura 31. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Mochica MS..... 163	
Figura 32. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Mochica ICo	164
Figura 33. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Inka HS	165
Figura 34. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Inka ICo	166

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en la ciudad de Trujillo, en el laboratorio Quality Control Express S.A.C.; se determinó la influencia de los tipos de cemento en el asentamiento, pérdida de trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional; para la realización de esta tesis se utilizó un diseño experimental, pre experimental, teniendo como población a todos los concretos convencionales de la ciudad de Trujillo; el muestreo fue no probabilístico por juicio de experto considerando un total de 72 probetas cilíndricas de 4'' x 8'' evaluadas a edades de 3, 7 y 28 días de curado; la recolección de datos se realizó mediante la técnica de la observación, el instrumento usado fueron hojas de ficha de datos y las técnicas para analizar datos fueron la estadística inferencial y descriptiva; siendo así, se realizaron seis diseños de mezcla para un $f'c=210$ kg/cm², utilizando los cementos Pacasmayo tipo ICo y MS, Mochica tipo ICo y MS e Inka tipo ICo y HS; y agregados de la cantera Quebrada el León - El Milagro; obteniendo como concreto más trabajable y compacto al elaborado con cemento Inka tipo ICo con valores de 7 ½'' de slump y 2373 kg/m³ de PUC; menos poroso al elaborado con cemento Inka tipo HS, ya que arrojó un valor de 0.3%; y más resistente al elaborado con cemento Mochica tipo MS, alcanzando un valor de 395 kg/cm² a la edad de curado de 28 días.

Palabras clave: tipos de cemento, concreto, asentamiento, trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire, resistencia a la compresión.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

A lo largo del tiempo, la industria de la construcción se ha convertido en uno de los sectores más dinámicos de la economía, teniendo al concreto como el material más usado por sus diferentes características como resistencia, durabilidad, versatilidad, etc; las mismas que pueden variar por diferentes factores, entre ellos, el tipo de cemento usado; ya que éste influirá en su asentamiento, trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión; repercutiendo así en la infraestructura durante y después de su elaboración, ya que son propiedades en estado fresco y endurecido.

En Colombia, Castellón & De la Ossa (2013), concluyen que el cemento tipo III desarrolla altas resistencias a edades tempranas, debido a que, aunque en sus propiedades físicas es similar al Tipo I, su composición química es diferente y además sus partículas han sido molidas más refinadamente; influenciada también por el alto porcentaje de C3S.

Así mismo, un año más tarde en el mismo país, Cortes & Perilla (2014), comentan que existe una relación entre la finura y el desarrollo de resistencia a edades tempranas al observar que la elevada finura del cemento Cemex coincide con la elevada resistencia a la compresión de este a los 3 días, pese a esto el cemento Argos presento valores de resistencia mayores a los del cemento Cemex a los 28 días, lo cual indica que la influencia de la finura influye en las edades tempranas y no necesariamente a edades mayores.

En España, Vilanova (2009), afirma que, existe una menor dispersión de los datos para el caso de cemento tipo I y similar para el caso del cemento tipo II, observándose prácticamente iguales resistencias para relaciones agua/cemento que oscilan entre

0,25; 0,35 y resistencias superiores; aunque leves en el cemento tipo I, para relaciones agua/cemento mayores de 0,40; lo que indica que, tanto para el cemento tipo I como para el cemento tipo II, el comportamiento es muy parecido.

Por otro lado, en Perú, Cuellar & Sequeiros (2017), indican que las resistencias que alcanzan cada concreto elaborado con los dos tipos de cemento tienen gran diferencia; en un tipo logra superar la resistencia requerida por el diseño, lo cual les daba un factor de seguridad; mientras que para el concreto elaborado con otro tipo de cemento llegó a una resistencia dentro de los rangos del parámetro de diseño de mezcla; así mismo, para el asentamiento, muestran mucha dispersión en sus resultados debido al clima en el que realizaron cada tanda, por lo que no enfatizan una relación directa entre el tipo de cemento y esa propiedad.

A nivel local también existen referencias, como la investigación de Ruiz & Vasallo (2018), quienes evidencian que, no existe una sola empresa en la zona de estudio que logre el mejor resultado con los 3 tipos de cemento (Ms, ICo y UG) para cada una de las propiedades del concreto estudiado en estado fresco (asentamiento, peso unitario y contenido de aire) y en estado endurecido (resistencia a la compresión), ya que, algunos resaltan mejor en algunas propiedades, pero obtienen resultados deficientes en otras.

Las variables dependientes de la presente investigación son controladas a nivel nacional por las diferentes Normas Técnicas Peruanas y a nivel internacional por el American Society for Testing and Materials a través de sus normativas ASTM, quienes aseguran la correcta elaboración o ejecución de un procedimiento mediante sus parámetros establecidos.

Cuellar & Sequeiros, (2017) demostraron que, las resistencias que alcanzan cada concreto elaborado con los dos tipos de cemento tienen gran diferencia, en caso del

TIPO I logra superar la resistencia de diseño $f_c'=210$ kg/cm² con un $f_r'c=294$ kg/cm², llegando a un valor de 387.93kg/cm², el cual les daba un factor de seguridad; mientras que para el concreto elaborado con cemento TIPO IP llegó a una resistencia a los 28 días de $f_c'=230.77$ kg/cm² que está dentro de los rangos del parámetro de diseño de mezcla pero no alcanza el valor de la resistencia requerida.

Ruiz & Vasallo, (2018) concluyeron que, para los cementos tipo ICO, el cemento INKA posee un mayor promedio de asentamiento con un valor de 77.2 mm; para los cementos tipo MS, el cemento PACASMAYO posee un mayor promedio de asentamiento con un valor de 62.6 mm y para los cementos tipo UG, el cemento MOCHICA posee un mayor promedio de asentamiento con un valor de 58 mm. Asimismo, evidenciaron que para los cementos tipo ICO, el cemento PACASMAYO posee un mayor promedio de peso unitario con un valor de 2440 kg/m³; para los cementos tipo MS, el cemento INKA posee un mayor promedio de peso unitario con un valor de 2440.20 kg/m³ y para los cementos tipo UG, el cemento MOCHICA posee un mayor promedio de peso unitario con un valor de 2434.40 kg/m³. También, en el ensayo de contenido de aire, para los cementos tipo ICO, el cemento PACASMAYO posee un mayor promedio de contenido de aire con un valor de 1.54% y el cemento INKA el menor promedio con un valor de 0.98% debido a su plasticidad y molienda fina, la cual no permite la formación de vacíos de aire dentro de la mezcla; para los cementos tipo MS el cemento MOCHICA posee un mayor promedio de contenido de aire con un valor de 1.18% y el cemento PACASMAYO el menor promedio con un valor de 0.73% debido a que presenta un mayor slump, por lo tanto, no permite la creación de vacíos que puedan contener burbujas de aire en el interior de la mezcla; por otro lado, para los cementos tipo UG, el cemento MOCHICA posee un mayor promedio de contenido de aire con un valor de 1.22% y

el cemento QUISQUEYA el menor promedio con un valor de 1.20% debido a que presenta un mayor calor de hidratación que ocasiona un crecimiento de cristales más acelerados al inicio del fraguado los cuales no permiten la creación de vacíos para la acumulación de aire. Finalmente, para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto, concluyeron que, para los cementos tipo ICO, el cemento INKA posee un mayor promedio de resistencia a la compresión con un valor de 228.44 kg/cm²; para los cementos tipo MS, el cemento MOCHICA posee un mayor promedio de resistencia a la compresión con un valor de 278.75 kg/cm² y para los cementos tipo UG, el cemento QUISQUEYA posee un mayor promedio de resistencia a la compresión con un valor de 297.61 kg/cm².

Ayuque, (2019) encontró que los valores de la consistencia del concreto, de las muestras elaboradas con los cementos (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), están dentro del rango comprendido entre 75.00 mm y 100.00 mm cumpliéndose así el asentamiento del diseño de mezcla. Por otro lado, los valores del peso unitario del concreto, de las muestras elaboradas con los cementos (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), están dentro del rango comprendido entre 2240 kg/m³ y 2460 kg/m³, los resultados varían dependiendo del peso específico de cada cemento, estos valores obtenidos son diferentes. Así también, encontró que los valores del contenido de aire del concreto de las muestras elaboradas con los cementos (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), son menores de lo permitido (5.5% ± 0.5%), lo cual es un buen indicador para una óptima resistencia del concreto. Finalmente encontró que, los valores de la resistencia a la compresión del concreto de las muestras elaboradas con los cementos (cemento Andino tipo I, cemento Quisqueya

tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), alcanzaron la resistencia de diseño (210kg/cm^2) a una edad de 28 días, notando que el concreto con mayor resistencia a la compresión a una edad de 28 días en un tipo de curado a laboratorio ($23^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$) se obtuvo con el cemento Quisqueya tipo I, alcanzando una resistencia promedio de 285.9 kg/cm^2 , que es un 136.14% con respecto al diseño de mezcla (210 kg/cm^2); y el concreto con mayor resistencia a la compresión a una edad de 28 días en un tipo de curado a temperatura ambiente (14.8°C) se obtuvo con el cemento Quisqueya tipo I, alcanzando una resistencia promedio de 284.0 kg/cm^2 , que es un 135.22% con respecto al diseño de mezcla (210 kg/cm^2).

Según lo visto en las investigaciones anteriores, podemos observar que las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido se ven influenciadas por el tipo de cemento de cada marca usada, ya que unos resaltan mejor en algunas propiedades, pero obtienen resultados deficientes en otras. También el clima es un factor muy importante a tener en cuenta al momento de la elaboración del concreto, ya que puede repercutir en los resultados así se esté utilizando el mismo tipo de cemento.

Cementos Pacasmayo S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de cemento, agregados, cal, concreto premezclado, y otros materiales de construcción, con una historia de superación, de crisis y altibajos sobrellevados sin flaquear, de éxito por la capacidad para generar riquezas y beneficios al país a contracorriente de la situación mundial, y de compromiso total con el Perú; líderes en la provisión de soluciones constructivas que se anticipen a las necesidades de sus clientes y que contribuyan con el progreso del país.

Pacasmayo (2020) comenta que los cementos adicionados ofrecen una resistencia que sigue aumentando incluso después de los 28 días y utilizan menores cantidades

de Clinker en su fabricación, lo que los vuelve más amigables con el medio ambiente ya que resulta en una menor emisión de gases contaminantes.

Cementos Inka es una empresa dedicada a la producción y comercialización de cemento con altos estándares de calidad y precios competitivos, orientados a procesos de mejora continua que permitan satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes, cuidando de manera sostenible el medio ambiente. Asimismo, se preocupan por ofrecer un valor agregado a sus accionistas, colaboradores, clientes, proveedores y comunidad.

Inka (2020) comenta que el cemento Inka HS Anti Salitre posee bajo calor de hidratación y alta resistencia a los sulfatos, así como reactividad con agregados álcali-reativos, características ideales para cualquier construcción en zonas húmedas salitrosas y expuestas al agua de mar, por lo que lo hace más resistente en el tiempo, mayor impermeable y más durable. También comenta que el cemento Inka ICo posee un moderado calor de hidratación y una moderada resistencia a los sulfatos, así como una alta resistencia en el tiempo, además de una mayor trabajabilidad e impermeabilidad.

Las construcciones se realizan con la finalidad de cubrir las necesidades de las personas no solo a corto, sino también a largo plazo; eso supone realizar obras eficientemente, garantizando calidad y seguridad de la estructura y de sus ocupantes o usuarios, durante el periodo de vida proyectado; sin embargo, la informalidad en el país es muy grande, lo que conlleva a realizar un sinnúmero de obras sin el seguimiento y control que se requiere, construyendo sin los profesionales correspondientes y capacitados, generando así resultados deficientes que ponen en peligro la calidad de vida y la seguridad de las personas. Uno de estos resultados deficientes sería la baja resistencia de los elementos estructurales, que son de suma importancia en una

edificación, ya que son los que transmiten y distribuyen las cargas hacia el terreno.

Una baja resistencia se refleja a causa de muchos factores antes y durante la elaboración del concreto, por ejemplo, la mala calidad de los materiales, un diseño de mezcla precario, una incorrecta dosificación que es precisamente la causa más común que se presenta al momento de elaborar el concreto, ya que los constructores informales en el afán de aumentar la trabajabilidad del mismo, agregan un exceso de agua respecto al diseño proyectado para que les facilite el vaciado de un elemento, esto debido a su escasa preparación profesional, ya que un personal capacitado sabe que la relación agua/cemento es muy influyente en la resistencia final del concreto, por lo que si desea aumentar la trabajabilidad, lo hace pero adicionado un aditivo; un ejemplo de ello son las empresas certificadas dedicadas a la venta de concreto premezclado, ya que salen de planta con un concreto que ha sido elaborado respetando la dosificación diseñada con las cantidades exactas de cada material; debido a que llevan un adecuado control de calidad.

En la investigación de la presente tesis se pretende medir la influencia de diferentes tipos de cemento (ICo, MS, HS), de las tres marcas más demandadas en el mercado local (Pacasmayo, Mohica, Inka) en un concreto $f^c=210$ kg/cm², a través de sus propiedades en estado fresco como asentamiento y trabajabilidad; peso unitario y contenido de aire, siguiendo las normas NTP.339.035 y NTP.339.046 respectivamente; así como su resistencia a la compresión, propiedad en estado endurecido; medida en probetas cilíndricas de 4''x 8'' curadas de forma estándar en laboratorio a edades de 3, 7 y 28 días siguiendo la norma NTP.339.034.

Las consecuencias de no realizar la presente investigación serían, en primer lugar, el desconocimiento sobre si el tipo de cemento influye en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto, lo que conllevaría a seguir usando un tipo de

cemento elegido a dedo, ya sea porque es la marca más conocida y comercial o porque es la marca más cómoda en precio; sin embargo existe la posibilidad de que otras marcas nuevas en el mercado puedan garantizar un mejor resultado que las ya posicionadas y también a un precio más accesible; por lo que se tendría que realizar investigaciones similares periódicamente según como vaya evolucionando este material en el mercado, estando ligado así a la otra consecuencia de no realizar esta investigación, ya que, la presente tesis no podría ser referenciada en dichos estudios posteriores, siendo esto un punto muy importante, debido a que todo antecedente enriquece una investigación.

1.2. Antecedentes de la investigación

“Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes”

Castellón & De la Ossa, (2013). Analizar los efectos que tienen los aditivos como acelerante y retardante en las resistencias a la compresión iniciales y finales en concretos de 4000 psi elaborados con cementos tipos I y III, utilizando grava de $\frac{1}{2}$ ” y arena natural. La metodología experimental incluyó la comparación de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y III curados a edades de 7, 14 y 28 días; modificándolos con aditivos acelerantes y retardantes, analizando previamente la trabajabilidad o manejabilidad, relación agua-cemento, la observación de los tipos de fallas de los cilindros de concreto. Se determinó que, la mezcla de concreto con cemento Tipo I, sin aditivos, presenta una resistencia a la compresión, a las edades de 7, 14 y 28 días, decreciente, observándose una disminución con respecto a la resistencia esperada, de 11,225%, 14,9625% y 26,625% respectivamente; por otro lado, al adicionarle aditivo retardante, la

resistencia decrece respecto a la esperada en 0,9375%, 17,3625% y 39,625% para edades de 7, 14 y 28 días de curado respectivamente; así mismo, al adicionarle acelerante, la resistencia presenta una ligera disminución con respecto a la resistencia esperada, con -3,6625%, 0,35% y 4,125% para edades de curado de 7, 14 y 28 días respectivamente. De la misma forma se determinó para la mezcla de concreto con cemento Tipo III, sin aditivos, observándose un aumento en la resistencia a la compresión con respecto a la resistencia esperada, de 17,9375%, 18,0375% y 5,7625% para edades de curado de 7, 14 y 28 días respectivamente; por otro lado, al adicionarle el aditivo retardante, la resistencia a la compresión presenta un aumento con respecto a la resistencia esperada, con 22,125%, 20,2% y 0,4875% para edades de 7, 14 y 28 días de curado respectivamente; finalmente, al adicionarle el aditivo acelerante, se observa un aumento de la resistencia a la compresión respecto a la esperada de 37, 8125%, 39,275% y 20,6625% para edades de 7, 14 y 28 días de curado respectivamente. En conclusión, El cemento tipo III desarrolla altas resistencias a edades tempranas, debido a que, aunque sus propiedades físicas sean similares al Tipo I, su composición química es diferente y además sus partículas han sido molidas refinadamente; influenciada también por el alto porcentaje de C3S. (p.101).

Este estudio aporta a nuestra investigación presentando en sus resultados que, el tipo de cemento influye en una mezcla de concreto, debido a que, en sus mezclas sin aditivos, se nota una diferencia entre las resistencias obtenidas usando el cemento tipo I y las resistencias obtenidas del concreto que hizo uso del cemento tipo III, ya que se evidencia que la resistencia del concreto con cemento tipo I decrece respecto a la resistencia proyectada, sin embargo y por el contrario, la resistencia del concreto con cemento tipo III presenta un aumento respecto a la resistencia proyectada. Esto

puede ser producto de la diferente composición química que presenta cada tipo de cemento usado, entre ellos, el silicato tricálcico (C3S).

“Comportamiento de cementos ecuatorianos con humo de sílice y aditivo super plastificante”

Ponce & Tapia, (2015). Desarrollar y analizar mezclas de hormigón utilizando cementos Holcim GU, Selva Alegre Plus, Guapán IP, con agregado de 3/8 provenientes de la cantera de Pifo y porcentajes de humo de sílice de 0%, 2%, 5% y 10% mediante utilización de Aditivo súper-plastificante Rheobuild 1000 y Sikament N100 con porcentajes de 1% y 2%. La metodología consiste en realizar ensayos de laboratorio, donde se determinará la resistencia a la compresión del hormigón, también consiste en, establecer la dosificación de mayor eficiencia en cuanto a costo y resistencia para cada cemento utilizado en el análisis. Por otra parte, correlacionar y diferenciar las mezclas de hormigón producidas. Se obtuvo como resultado que en el cemento Holcim GU, el humo de sílice no afecta en gran proporción tal y como sucede con los cementos Guapán y Selvalegre plus ya que en el rango de resistencias obtenidas de 50 a 60 MPa, Holcim GU no necesita de un cementante como el humo de sílice. Es por esta razón que el mejor resultado del estudio se encontró en dosificaciones con 0% del mismo. (p.146).

Este estudio, al igual que el anterior, nos brinda información importante ya que presenta en sus resultados el análisis de tres tipos de cemento (Holcim GU, Guapán y Selvalegre plus) con adición de un cementante denominado humo de sílice, el cual aporta a la resistencia del concreto en etapas tempranas, en este caso a edades de 3 y 7 días. Sin embargo, el cemento Holcim GU fue el único que logró desarrollar mejores resultados en resistencia sin la necesidad de adicionar humo de sílice; por lo

que indica que este material sí influye en el comportamiento del concreto en estado endurecido.

“Influencia de la dosificación y empleo de diferentes tipos de cemento y adiciones en las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante.”

Vilanova, (2009). Estudiar el comportamiento de la resistencia a compresión, el módulo de deformación, la resistencia a tracción y la resistencia a flexotracción del hormigón autocompactante, tanto de manera general como en función de los tipos de cemento y de las adiciones utilizadas y estudiar la aplicabilidad de los actuales modelos de cálculo de esas propiedades mecánicas, del hormigón convencional al hormigón autocompactante. La metodología consistió en analizar de manera general y según sea el caso, las distintas propiedades mecánicas del hormigón autocompactante, para distintos tipos de cemento, relaciones de árido, tamaño máximo de árido, cantidad de superfluidificante, tipos de diámetros de extensión de flujo (Slump), y pesos específicos del hormigón; a través de ensayos del concreto en estado endurecido a especímenes cilíndricos de 15 x 30 cm, curados a temperatura ambiente durante 28 días. Se mostró como resultado que, existe una menor dispersión de los datos para el caso de cemento tipo I y similar para el caso del cemento tipo II, observándose prácticamente iguales resistencias para relaciones agua/cemento que oscilan entre 0,25; 0,35 y resistencias superiores; aunque leves en el cemento tipo I, para relaciones agua/cemento mayores de 0,40; lo que indica que, tanto para el cemento tipo I como para el cemento tipo II, el comportamiento es muy parecido, sin embargo; se observó, especialmente en el intervalo de relación agua/cemento comprendido aproximadamente entre 0,40 y 0,65, aunque leve, una mayor dispersión con respecto al cemento tipo I, probablemente debido a las distintas naturalezas de los cementos tipos II, los cuales a diferencia del cemento tipo I, vienen acompañados

de distintos tipos de adiciones de variado porcentaje como material reemplazante del Clinker. En cuanto al análisis de resultados de resistencia a la compresión, se concluyó que, existen similares resistencias a compresión para el caso de los cementos tipo I y tipo II para relaciones agua/cemento menores de 0,40 y algo mayores en los hormigones elaborados con cemento tipo I con respecto a los fabricados con cemento tipo II cuando la relación agua/cemento se incrementa a partir de 0,40. (p.294).

Este estudio, nos deja como aporte que, un factor importante en el comportamiento de la resistencia del concreto es también la relación agua/cemento, ya que cada tipo de este material posee distintas naturalezas; por lo que, al momento de realizar el diseño de mezcla, se debe trabajar con la misma relación para poder hacer una comparación eficiente.

“Análisis comparativo de las diferentes marcas del cemento TIPO I, TIPO IP, TIPO HS y TIPO V, en el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido para las resistencias 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm² utilizando agregados de 3 canteras de la ciudad de Arequipa”

Guzmán, (2020). Realizar el análisis comparativo de las diferentes marcas de cemento del tipo I, tipo IP, tipo HS y tipo V, en el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido para las resistencias 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm² utilizando agregados de 3 canteras de la ciudad de Arequipa y su costo beneficio. La metodología consistió en determinar el slump y contenido de aire para cada concreto usando diferentes tipos de cemento como tipo I, tipo IP, tipo HS y tipo V, considerando resistencias de diseño de 210 kg/cm² y 280 kg/cm²; además de su resistencia a la compresión a edades de 3, 7 y 28 días de curado mediante probetas cilíndricas de 4 x 8”. En cuanto a los resultados, el concreto con cemento tipo V

alcanzó un mayor asentamiento y por ende una mayor trabajabilidad con 5,25''; el concreto con cemento tipo IP obtuvo menor contenido de aire con 1,50% y, el concreto con cemento tipo V obtuvo la mayor resistencia a la compresión con 482,74 kg/cm². Concluyendo que, la trabajabilidad depende de la composición y las propiedades de cada marca de cemento utilizado; por otra parte, los porcentajes de contenido de aire de las mezclas se aproximan al 2%, es decir que el valor utilizado en los cálculos para los diseños de mezclas se cumplió; finalmente, para el ensayo de resistencia a la compresión, el concreto con cemento tipo V obtuvo el mejor resultado en comparación de sus compañeros del mismo y de diferentes tipos cemento. (p.334).

Esta investigación nos brinda un valioso aporte debido a que nos da a conocer que las propiedades del concreto varían independientemente del tipo y de la marca de cemento, dejando como antecedente que el cemento tipo V ofrece una mayor resistencia a la compresión respecto al cemento tipo I, IP y HS, por lo que no solo se tendría que evaluar el comportamiento del concreto según el tipo de cemento, sino también según diferentes marcas de cada uno de ellos.

“Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos ICo, MS y UG, Trujillo 2018”

Ruiz & Vasallo, (2018). Determinar el cemento ICo, MS y UG que presenta las mejores propiedades físicas y mecánicas al elaborar concretos. La metodología consistió en realizar algunos ensayos como asentamiento, temperatura, peso unitario, rendimiento y contenido de aire, para el concreto en estado fresco elaborados con cementos tipo ICo, MS y UG; de igual forma, para el concreto en estado endurecido a través del ensayo de resistencia a la compresión de 240 probetas cilíndricas de 6x12'' curadas a una edad determinada. Para los resultados de la variable

asentamiento, se compararon 3 marcas de cemento tipo ICO las cuales son: INKA, PACASMAYO y NACIONAL; de las cuales el cemento INKA fue el que obtuvo el mejor slump promedio con un valor de 77.20 mm, lo que nos indica que el cemento INKA produce un concreto mucho más trabajable que las otras dos marcas, sin comprometer su resistencia a la compresión, sin presentar el fenómeno de segregación o el de estratificación; también se compararon 3 marcas de cemento tipo MS las cuales son: INKA, PACASMAYO y MOCHICA; de las cuales el cemento PACASMAYO fue el que obtuvo el mejor slump promedio con un valor de 62.60 mm, lo que nos indica que el cemento PACASMAYO produce un concreto mucho más trabajable que las otras dos marcas, sin presentar el fenómeno de segregación o el de estratificación y finalmente se compararon 2 marcas de cemento tipo UG las cuales son: MOCHICA Y QUISQUEYA; de las cuales el cemento MOCHICA fue el que obtuvo el mejor slump promedio con un valor de 58 mm, lo que nos indica que el cemento MOCHICA produce un concreto mucho más trabajable que el cemento QUISQUEYA, sin presentar el fenómeno de segregación o el de estratificación. Para los resultados de la variable peso unitario, se compararon 3 marcas de cemento tipo ICO las cuales son: INKA, PACASMAYO Y NACIONAL; de las cuales el cemento PACASMAYO presenta un mayor peso unitario promedio con un valor de 2240 kg/m³, esto debido a que presenta un porcentaje de óxido de magnesio de tan solo 1.3%, lo cual lo hace más compacto que las otras marcas; también se compararon 3 marcas de cemento tipo MS las cuales son: INKA, PACASMAYO Y MOCHICA; de las cuales el cemento INKA presenta un mayor peso unitario promedio con un valor de 2240.20 kg/m³, esto debido a que el cemento INKA produce una matriz de cemento más densa, de esta manera reduce la posibilidad de que ingrese cualquier agente perjudicial para el concreto; finalmente,

se compararon 2 marcas de cemento tipo UG las cuales son: MOCHICAA y QUISQUEYA; de las cuales el cemento MOCHICA presenta un mayor peso unitario promedio con un valor de 2234.40 kg/m³, lo que nos indica que este cemento produce una sinergia más compacta entre todos sus componentes. Para la variable contenido de aire, se compararon 3 marcas de cemento tipo ICO las cuales son: INKA, PACASMAYO y NACIONAL; de las cuales el cemento INKA fue el que presentó el menor promedio de contenido de aire con un valor de 0.98%, esto se debe a su plasticidad y molienda fina, la cual no permite la formación de vacíos de aire dentro de la mezcla, también se compararon 3 marcas de cemento tipo MS las cuales son: INKA, PACASMAYO y MOCHICA; de las cuales el cemento PACASMAYO fue el que presentó el menor promedio de contenido de aire con un valor de 0.73%, esto se debe a que el cemento PACASMAYO presenta una mayor slump que los otros dos cementos del grupo, por lo tanto, no permite la creación de vacíos que puedan contener burbujas de aire en el interior de la mezcla; finalmente, Se compararon 2 marcas de cemento tipo UG las cuales son: MOCHICA y QUISQUEYA; de las cuales el cemento QUISQUEYA fue el que presentó el menor promedio de contenido de aire con un valor de 1.20%, esto se debe a que el cemento QUISQUEYA presenta un mayor calor de hidratación que ocasiona un crecimiento de cristales más acelerados al inicio del fraguado los cuales no permiten la creación de vacíos para la acumulación de aire. Por último, para la variable resistencia a la compresión, se compararon 3 marcas de cemento tipo ICO las cuales son: INKA, PACASMAYO y NACIONAL; de las cuales el cemento INKA fue el que presentó el mayor valor de resistencia a la compresión con un promedio de 228.44 kg/cm², esto se debe a que el cemento INKA posee un mayor porcentaje de silicato dicalcico que las otras dos marcas, el cual es el componente encargado de brindar la resistencia mecánica a largo

plazo, otro punto a tomar en cuenta es que el cemento INKA es el que presenta menor contenido de aire, lo cual es beneficioso para su resistencia a la compresión; también, se compararon 3 marcas de cemento tipo MS las cuales son: INKA, PACASMAYO y MOCHICA; de las cuales el cemento MOCHICA fue el que presentó el mayor valor de resistencia a la compresión con un promedio de 278.75 kg/cm², esto se debe a que el cemento MOCHICA posee en general un balance equilibrado entre todas sus propiedades físicas; por último, se compararon los cementos MOCHICA y QUISQUEYA; de las cuales el cemento QUISQUEYA fue el que presentó el mayor valor de resistencia a la compresión con un promedio de 297.61 kg/cm², esto se debe a que el cemento QUISQUEYA posee un mayor calor de hidratación en comparación al otro cemento de este grupo lo que ocasiona un crecimiento acelerado de cristales al inicio de la fragua lo que aporta a la resistencia a la compresión inicial, y posee un menor contenido de aire que el otro cemento de este grupo lo que es beneficioso para la resistencia a la compresión a largo plazo. Donde concluyen que, para los cementos tipo ICO el cemento INKA posee un mayor promedio de asentamiento con un valor de 77.2 mm, para los cementos tipo MS el cemento PACASMAYO posee un mayor promedio de asentamiento con un valor de 62.6 mm y para los cementos tipo UG el cemento MOCHICA posee un mayor promedio de asentamiento con un valor de 58 mm. Para el ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco elaborado con cementos ICO, MS y UG; concluyen que para los cementos tipo ICO el cemento PACASMAYO posee un mayor promedio de peso unitario con un valor de 2440 kg/m³, para los cementos tipo MS el cemento INKA posee un mayor promedio de peso unitario con un valor de 2440.20 kg/m³ y para los cementos tipo UG el cemento MOCHICA posee un mayor promedio de peso unitario con un valor de 2434.40 kg/m³; en el ensayo de contenido de aire, para los cementos tipo ICO el cemento

PACASMAYO posee un mayor promedio de contenido de aire con un valor de 1.54%, para los cementos tipo MS el cemento MOCHICA posee un mayor promedio de contenido de aire con un valor de 1.18% y para los cementos tipo UG el cemento MOCHICA posee un mayor promedio de contenido de aire con un valor de 1.22%. Finalmente, para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido elaborado con cementos ICO, MS y UG; concluyen que para los cementos tipo ICO el cemento INKA posee un mayor promedio de resistencia a la compresión con un valor de 228.44 kg/cm², para los cementos tipo MS el cemento MOCHICA posee un mayor promedio de resistencia a la compresión con un valor de 278.75 kg/cm² y para los cementos tipo UG el cemento QUISQUEYA posee un mayor promedio de resistencia a la compresión con un valor de 297.61 kg/cm². (p.90).

Esta investigación aporta a nuestra tesis debido a que nos presenta el comportamiento de los distintos tipos de cemento (ICo, MS, UG) en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido; lo cual es de mucha importancia ya que en la presente tesis estudiaremos concretos usando algunos tipos de cemento antes mencionados en este antecedente, por ejemplo, el cemento tipo ICo de las marcas Pacasmayo e Inka; y el cemento tipo MS de las marcas Pacasmayo, Mochica e Inka; lo que a diferencia de ellos, nosotros evaluaremos el comportamiento global, obteniendo al final, el tipo y la marca con mejores resultados.

“Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica”

Ayuque, (2019). Determinar el valor de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica. Se desarrolló una metodología experimental donde, se tomaron muestras de agregados

de la cantera Chuñuranra, que está ubicado en la ciudad de Huancavelica, luego se procedió a hacer el diseño de mezcla con los resultados obtenidos mediante el método ACI, a lo cual se elaboraron muestras de cada tipo de cemento (cemento Andino Tipo I, cemento Quisqueya Tipo I, cemento Inka tipo ICo y cemento Nacional tipo I), y se determinaron las propiedades del concreto en estado fresco (asentamiento, peso unitario, exudación, contenido de aire), y en estado endurecido (resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, módulo elástico) con ayuda de fichas de técnicas de observación a un total de 96 unidades de probetas. Con respecto a los resultados, se observó y concluyó que, la consistencia o ensayo de asentamiento de todas las muestras están dentro del rango comprendido entre 75.00 mm y 100.00 mm cumpliéndose así el asentamiento del diseño de mezcla para todos los cementos, evidenciándose una consistencia plástica. El peso unitario del concreto de todas las muestras está dentro del rango comprendido entre 2200 kg/m³ y 2400 kg/m³ cumpliéndose así el peso unitario para todos los cementos, que está dentro del rango de concretos normales. El porcentaje de exudación del concreto en el cemento Nacional tipo I es mayor con respecto a los demás cementos estudiados con un valor promedio de 4.354 %. El porcentaje de contenido de aire del concreto en el cemento Andino tipo I es mayor con respecto a los demás cementos estudiados con un valor promedio de 2.15 %. El ensayo de resistencia a la compresión del concreto de los especímenes estudiados, alcanzaron la resistencia de diseño (210 kg/cm²) a la edad de 28 días, cabe señalar que la mayor resistencia de compresión promedio alcanza es utilizando el cemento Quisqueya tipo I con respecto a los demás cementos estudiados. El ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto de los especímenes estudiados, están dentro del rango de 8% y 20% de la resistencia a la compresión de cada cemento. El ensayo de resistencia a la tracción

por compresión diametral del concreto de los especímenes estudiados, están dentro del rango de 8% y 20% de la resistencia a la compresión de cada cemento. (p. 84).

Este estudio aporta a nuestra investigación, ya que evaluaron dos tipos de cemento (I y ICo) en diferentes marcas comerciales en la ciudad de estudio (Andino, Nacional, Quisqueya e Inka, de manera global, arrojando al final el tipo y la marca con mejores resultados, lo mismo que se hará en la presente tesis, pero teniendo como objetos de estudio los cementos de la ciudad de Trujillo (Ico, MS, HS) de las marcas Pacasmayo, Mochica e Inka.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Concreto

Mezcla de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso.

En el concreto normal, comúnmente se usan como medio aglomerante, el cemento Portland y el agua, pero también pueden contener puzolanas, escorias y/o aditivos químicos. (NTP 339.047, 2006).

1.3.1.1. Componentes del concreto

a) Cemento

El cemento es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. La preparación de un cemento comercial requiere la fabricación de un clínker, el cual, finamente molido y con las adiciones oportunas, constituye el núcleocemento, al que es preciso añadir, en la mayoría de los casos, un regulador de fraguado y, eventualmente, ciertos aditivos para formar el cemento. Existen dos tipos de clínker: el clínker de portland y el clínker

aluminoso. El primero es la base de los denominados Cementos Comunes (CEM), mientras que, el segundo, es el componente principal del Cemento de Aluminato de Calcio (CAC). (Polanco & Setién, 2013).

- **Clinker de Portland**

Producto obtenido por la sinterización de una mezcla de materias primas especificada con precisión, conteniendo elementos expresados normalmente en forma de óxidos (CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) y pequeñas cantidades de otras materias. (Polanco & Setién, 2013).

- **Cemento Portland**

Un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker de Portland compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda. (NTP 339.047, 2006).

b) Agua

En relación con su empleo en el concreto, el agua tiene dos diferentes aplicaciones: como ingrediente en la elaboración de las mezclas y como forma de curado de las estructuras recién construidas. Aunque en estas aplicaciones las características del agua tienen efectos de diferente importancia sobre el concreto, es usual que se recomiende emplear agua de una sola calidad en ambos casos. Así, normalmente, en las especificaciones para concreto se hace referencia en primer término a los requisitos que debe cumplir el agua para elaborar el concreto, porque sus efectos son más importantes, y después se indica que el agua que se utilice para curarlo debe ser del mismo origen, o similar, para evitar que se subestime la segunda aplicación y se emplee agua de curado con características inadecuadas. Como

componente del concreto convencional, el agua suele representar aproximadamente entre 10 y 25 por ciento del volumen del concreto recién mezclado, dependiendo del tamaño máximo de agregado que se utilizó y del revenimiento que se requiera. Esto le concede una influencia importante a la calidad del agua de mezclado en el comportamiento y las propiedades del concreto, pues cualquier sustancia dañina que contenga, aun en proporciones reducidas, puede tener efectos adversos significativos en el concreto.

Una práctica bastante común consiste en utilizar el agua potable para fabricar concretos sin ninguna verificación previa, suponiendo que toda agua que es potable también es apropiada para elaborar concretos; sin embargo, hay ocasiones en que esta presunción no se cumple, porque hay aguas potables aderezadas con nitratos o con pequeñas cantidades de azúcares que no afectan su potabilidad, pero pueden hacerlas inadecuadas para la fabricación de concretos. En todo caso, la consideración contraria pudiera ser más conveniente, es decir, que el agua para la elaboración de concreto no necesariamente requiere ser potable, aunque sí debe satisfacer determinados requisitos mínimos de calidad. (Vásquez, Gonzáles, Rocha & Flores, 2001).

- **Consecuencias de exceso de agua en el concreto**

Dentro de los límites especificados de revenimiento y proporción de agua-cemento, siempre debe evitarse todo exceso de agua. En este contexto, se considera que hay agua en exceso, en condiciones de colado, si se observa agua sobrenadante (segregación vertical) o escurrimiento de agua por los lados del encofrado (segregación horizontal). El exceso de agua también agrava los defectos superficiales al incrementar las filtraciones en el encofrado a través de cualquier orificio. El resultado final puede ser fisuras

en cimentaciones y en otras estructuras, deterioro de pavimentos, deterioros en las superficies del concreto, porosidad en elementos estructurales, etc. (Umiri, 2019).

c) **Agregados**

Los agregados son un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados. Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra, junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto. La importancia del uso, tipo y calidad correcta del agregado no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto, e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las propiedades de la mezcla del concreto. Los agregados deben de ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla, tienen que cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en las normas ASTM C33 y NTP 400.037. (Concretos SUPERMIX, 2021).

- **Agregado fino**

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Proviene de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas. El porcentaje de arena triturada no podrá constituir más del 30% del agregado fino. El agregado fino deberá cumplir con los requisitos que se indican en las tablas N° 1 y N°2. (Concretos SUPERMIX, 2021).

Tabla 1.

Porcentaje que pasa (agregado fino)

Tamiz	% Que Pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μm (No. 30)	25 a 60
300 μm (No. 50)	05 a 30
150 μm (No. 100)	0 a 10

Fuente: (NTP.400.037, 2014).

Tabla 2.

Límite de sustancias nocivas en el agregado fino

Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	3,0
Material más fino que la malla normalizada 75 μm (No. 200):	
Concreto sujeto a abrasión	3,0 ^A
Otros concretos	5,0 ^A
Carbón y lignito:	
Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante.	0,5
Otros concretos	1,0
Impurezas orgánicas	El agregado fino que no demuestre presencia nociva de materia orgánica, cuando se determine conforme NTP 400.013, se deberá considerar satisfactorio. El agregado fino que no cumple con el ensayo anterior, podrá ser utilizado si al determinarse el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia de morteros (NTP 400.024) la resistencia relativa a los 7 días no es menor del 95 %

A - En el caso de arena manufacturada los porcentajes de material más fino que la malla normalizada 75 μm (No. 200) pueden aumentarse a 5,0 % y 7 % respectivamente, siempre que estén libres de arcillas o limos. Para la caracterización de esos finos, existen diversos métodos disponibles, dentro de ellos el de Equivalente de Arena de la norma ASTM D 2419.

Fuente: (NTP.400.037, 2014).

- Agregado grueso

Se denomina agregado grueso a la porción del agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Dicho agregado deberá de proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas: sus fragmentos deben de ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar la calidad de la mezcla de concreto. El agregado fino deberá cumplir con los requisitos que se indican en la tabla N° 3. (Concretos SUPERMIX, 2021).

Tabla 3.

Límite de sustancias nocivas en el agregado grueso.

Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	5,0
Material más fino que la malla normalizada 75 µm (No. 200):	1,0 ^A
Horsteno (menos de 2,40 de densidad)	5,0 ^B
Carbón y lignito:	
Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante.	0,5
Otros concretos	1,0

A - Este porcentaje podrá ser aumentado a 1,5 % si el material está esencialmente libre de limos y arcillas.
B - Sólo en casos de intemperización moderada (concreto en servicio a la intemperie continuamente expuesto a congelación y deshielo en presencia de humedad)

Fuente: (NTP.400.037, 2014).

1.3.1.2. Curado del concreto

Curar significa cubrir el concreto de modo que permanezca HÚMEDO. Al mantener húmedo el concreto se hace más fuerte la adherencia entre la pasta y los agregados. El concreto no se endurece apropiadamente si se le deja

secar. El curado se hace inmediatamente después de aplicar un acabado a la superficie de concreto, tan pronto como sea posible sin dañarlo. (IMCYC, 2005).

1.3.2. Propiedades del concreto

1.3.2.1. Propiedades en estado fresco

Al principio el concreto parece una “masa”. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así se conserva durante la colocación y la compactación. Las propiedades más importantes del concreto fresco son la trabajabilidad y la cohesividad. (IMCYC, 2005).

- Asentamiento

El asentamiento es el slump, representa la resistencia que pone el concreto a experimentar deformaciones, se le llama también consistencia y mediante el cono de Abrahams que es una prueba sencilla que se hace a nivel de campo y de laboratorio. (Huarcaya, 2014).

- Trabajabilidad

Es aquella propiedad que permite que el concreto fresco sea fácil de manejar durante el mezclado, transporte, colocado y compactado. (Aceros Arequipa, 2016). El concreto rígido o seco puede ser difícil de manejar, colocar, compactar y acabar y, si no se construye apropiadamente, no será tan resistente o durable cuando finalmente haya endurecido. La prueba de revenimiento sirve para medir la trabajabilidad del concreto.

Una muestra de concreto fresco mezclado, se coloca en un molde con forma de cono trunco, y se compacta por varillado. El molde se retira hacia arriba permitiendo que el concreto se asiente. La distancia vertical entre la posición

inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se informa como el asentamiento del concreto. (NTP. 339.035).

La trabajabilidad es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto. En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad. En la prueba de revenimiento se coloca un espécimen o probeta de la mezcla en un molde de forma troncocónica, de 12 pulg de altura, con base de 8 pulg y parte superior de 4 pulg de diámetro. (Hernández, 2013).

- **Peso unitario**

Orchard (1976) en Hernández (2013), señala que, el peso por pie cúbico del concreto con arena y agregado normales de unas 145 lb. Puede ser un poco menor, si el tamaño máximo del agregado grueso es menor de 1 ½ pulg. Kosmatka y Panarese (1992, en Hernández (2021), afirma que, el peso unitario del concreto convencional, empleado normalmente en pavimentos, edificios y en otras estructuras, es de 2, 240 a 2, 400 kg por metro cúbico.

El peso unitario o densidad de masa de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir la masa neta del agregado en el recipiente, dividida entre su volumen, representará el peso unitario para uno u otro grado de compactación, expresado en kg/m³. El peso unitario depende de lo compactado que esté el agregado y de la distribución de formas y tamaños de las partículas. (Huarcaya, 2014).

- **Contenido de aire**

La cantidad de aire depende de las propiedades físicas del agregado, del método de compactación y de las proporciones en que se han combinado los ingredientes en la mezcla. Generalmente este aire ocupa del 1% al 3% del volumen de la mezcla salvo que el concreto este expuesto a cambios bruscos de temperatura (Congelarse y descongelarse), para lo cual se necesita incorporar aire mediante el uso de aditivos, por lo tanto, el volumen de aire en la mezcla aumentaría. (Huarcaya, 2014).

1.3.2.2. Propiedades en estado endurecido

Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son resistencia y durabilidad. El concreto endurecido no tendrá huellas de pisadas si se camina sobre él. (IMCYC, 2005).

- Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). (Cemex, 2019).

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen. (NTP. 339. 034, 2015).

Factores que influyen en la resistencia

Contenido y tipo de cemento:

En la medida en que se quiera incrementar la resistencia del concreto, La selección de los cementos a usarse resistencia es mucho más rigurosa. Diferentes cementos Pórtland, que cumplan con todas las normas y sean esencialmente similares, pueden comportarse de una manera diferente, cuando las relaciones agua/cemento, de los hormigones en que se utilizan, son más bajas que lo usual. (Sepulveda, 2016).

Relación agua-cemento:

Al reducir la relación a/c de la pasta de cemento hidratada, las partículas de cemento se acercan entre sí, produciéndose menos porosidad capilar y menos espacios libres para que se desarrollen los compuestos de hidratación que cristalizan en los espacios de agua fuera de las partículas de cemento. Cuando las partículas de cemento están cercanas y se enlazan con rapidez, el movimiento del agua se dificulta, lo que favorece la formación de compuestos de hidratación más compactos que se desarrollan entre las partículas de cemento. Por esto, una menor relación a/c genera resistencias mayores. (Sepulveda, 2016).

Contenido de aire:

Se debe tener en cuenta si el concreto va a llevar aire incluido (naturalmente atrapado más incorporado), debido a que el contenido de aire reduce la resistencia del concreto, por lo tanto, para que el concreto con aire incluido obtenga la misma resistencia debe tener una relación agua-cemento más baja. (ARGOS, 2020).

Tamaño máximo del agregado grueso:

La resistencia a la compresión de los agregados no puede ser menor que la resistencia de diseño del concreto que se pretende constituir. El ACI 211

señala que se ha demostrado que los agregados de tamaño máximo nominal más pequeño proporcionan mayor resistencia potencial en el concreto. Si bien tamaños menores de agregados exigen contenidos de agua mayores, esta condición se ve compensada con amplitud, al aumentarse la superficie de contacto entre la zona de transición interfacial de la pasta y los agregados. Esta superficie de contacto, por unidad de volumen del concreto, es tanto mayor mientras menor es el tamaño máximo de los agregados. De allí la conveniencia de usar agregados de tamaño máximo menor, mientras más alta sea la resistencia que se quiere alcanzar. (Sepulveda, 2016).

Fraguado del concreto:

La velocidad del fraguado, es decir, cuando pasa de estado plástico a endurecido, es otro de los factores que más se toman en cuenta a la hora de medir la resistencia del concreto. Su determinación ayuda a identificar más fácilmente qué tan resistente puede llegar a ser. (Industrial Bloquera, 2020).

Edad del concreto:

Cuando se presenta el fraguado final, comienza el proceso de adquisición de resistencia, el cual va aumentando con el paso del tiempo. Este factor es uno de los principales, y la razón por la que comúnmente se espera 28 días para hacer la medición. El periodo de tiempo ayuda a determinar mejor cuál ha sido la relación entre el agua y el cemento. (Industrial Bloquera, 2020).

Temperatura:

La temperatura es otro de los factores externos que afecta la resistencia del concreto, y su incidencia es la siguiente: Durante el proceso de curado, temperaturas más altas aceleran las reacciones químicas de la hidratación aumentando la resistencia del concreto a edades tempranas, sin producir

efectos negativos en la resistencia posterior. Temperaturas muy altas durante los procesos de colocación y fraguado del concreto incrementan la resistencia a muy temprana edad, pero afectan negativamente la resistencia a edades posteriores, especialmente después de los 7 días, debido a que se da una hidratación superficial de los granos de cemento que producen una estructura físicamente más pobre y porosa. (ARGOS, 2020).

Curado del concreto:

El curado del concreto es el proceso donde se controla la pérdida de agua de la masa de concreto debido a la temperatura y a factores como el sol, el viento y la humedad relativa. Llevarlo a cabo de manera adecuada puede ayudar a mantener la saturación del concreto y permitir la hidratación total del cemento, ya que, si no se completa ésta, la resistencia final del concreto disminuirá. (Industrial Bloquera, 2020).

1.3.3. Diseño de Mezcla

El proceso de selección de los adecuados agregados para el concreto, determinando cantidades y requerimientos específicos de manejabilidad, resistencia y dureza. Actualmente se usa mezclas diseñadas para cuyas especificaciones existen valores límite respecto a un rango de propiedades que deben cumplirse. Estas son la relación máxima de agua/cemento, el contenido mínimo de cemento, la resistencia mínima, la manejabilidad mínima, el tamaño máximo del agregado y el contenido de aire dentro de los límites especificados. Para lograr características específicas de la mezcla se debe determinar la cantidad de los agregados por conocer propiedades del concreto fresco, propiedades mecánicas del concreto endurecido y la

inclusión, exclusión o límites de agregados específicos. (Muciño & Ana, 2018).

1.3.3.1. Método ACI 211

Los pasos a seguir para el diseño de mezclas por este método son los siguientes:

- a) Elección del asentamiento (especificado).
- b) Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- c) Cálculo del agua de mezcla y el contenido de aire.
- d) Selección de la relación agua/cemento.
- e) Cálculo del contenido de cemento.
- f) Estimación del contenido de agregado grueso.
- g) Estimación del contenido de agregado fino.
- h) Ajustes por humedad de los agregados.
- i) Ajustes en las mezclas de prueba.

1.4. Formulación del problema

¿Cómo influye el tipo de cemento en el asentamiento, pérdida de trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional, Trujillo 2021?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los tipos de cemento en el asentamiento, pérdida de trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional, Trujillo 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

O.E.1. Realizar la caracterización de agregados.

O.E.2. Realizar un diseño de mezcla para cada tipo de cemento con $f'c=210$ kg/cm² y 3"-4" de asentamiento teórico.

O.E.3. Determinar la influencia del tipo de cemento en el asentamiento real del concreto, según la NTP.339.035.

O.E.4. Determinar la influencia del tipo de cemento en la pérdida de trabajabilidad del concreto para tiempos de 0 minutos, 30 minutos y 60 minutos, empleando la NTP.339.035.

O.E.5. Determinar la influencia del tipo de cemento en el peso unitario del concreto, según la NTP.339.046.

O.E.6. Determinar la influencia del tipo de cemento en el contenido de aire del concreto por el método gravimétrico según la NTP.339.046.

O.E.7. Determinar la influencia del tipo de cemento en la resistencia a la compresión del concreto según la NTP.339.034, empleando probetas cilíndricas curadas a edades de 3,7 y 28 días.

O.E.8. Realizar la prueba de hipótesis para aceptar o rechazar la hipótesis planteada, así mismo, identificar el tipo de cemento que tiene la mayor influencia significativa.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El tipo de cemento influye significativamente en el asentamiento, trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional en la ciudad de Trujillo, 2021.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el propósito

Según el propósito es una investigación aplicada o práctica debido a que busca la aplicación de los conocimientos que se adquieren mediante una investigación básica pasada, para luego contrastar los resultados con la misma.

2.1.2. Según el diseño

Según el diseño, la presente es una investigación experimental debido a que se manipula la variable independiente en condiciones de laboratorio, donde trabajaremos con diferentes tipos de cemento.

2.2. Diseño de investigación

Esta investigación es de tipo pre experimental, ya que el diseño es a un solo grupo cuyo grado de control resulta mínimo; siendo útil como primer acercamiento a la problemática de la investigación en la realidad.

Tabla 4.

Diseño de investigación

Grupo	Tratamiento	Post prueba
GE: Concreto convencional	X: Adición de diversos tipos de cemento.	O1: Asentamiento O2: Pérdida de trabajabilidad O3: Peso unitario O4: Contenido de aire O5: Resistencia a la compresión

Fuente: Propia.

Donde,

GE: Grupo experimental, recibe modificaciones X.

X: Modificaciones, tratamiento, estímulo, reactivo experimental.

O: Medición que se realiza a través de pruebas, cuestionario, observaciones, etc.

2.3. Variables

2.3.1. Clasificación de variables

Tabla 5.

Matriz de clasificación de variables

Variables	Clasificación				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Tipos de cemento	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Adimensional	Directa
Asentamiento	Dependiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta
Trabajabilidad	Dependiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta
Peso Unitario	Dependiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta
Contenido de Aire	Dependiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta
Resistencia a la compresión	Dependiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

Fuente: Propia.

2.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 6.

Matriz de operacionalización de la variable asentamiento

VARIABLES	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTO
V. D.: Asentamiento	El asentamiento es el slump, representa la resistencia que pone el concreto a experimentar deformaciones, se le llama también consistencia y mediante el cono de Abrahams que es una prueba sencilla que se hace a nivel de campo y de laboratorio. (Huarcaya, 2014).	Una muestra de concreto fresco mezclado, se coloca en un molde con forma de cono trunco, y se compacta por varillado. El molde se retira hacia arriba permitiendo que el concreto se asiente. La distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se informa como el asentamiento del concreto. (NTP. 339.035).	Asentamiento	Caracterización de agregado fino y grueso Diseño de mezcla según previas pruebas de desempeño Ensayo del cono de Abrams	TMN del Agregado Grueso, %h, Pe, %Abs, PUSC Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo Pulgadas	Hoja de ficha de datos.

Fuente: Propia.

Tabla 7.

Matriz de operacionalización de la variable pérdida de trabajabilidad

Variab les	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento
V. D.: Pérdida de Trabajabilidad	Es aquella propiedad que permite que el concreto fresco sea fácil de manejar durante el mezclado, transporte, colocado y compactado. (Aceros Arequipa, 2016).	La trabajabilidad se puede evaluar con relativa facilidad y exactitud, midiendo la capacidad de la mezcla para fluir al ser empujada solo por su propio peso (fuerzas de gravedad). Para que el concreto fresco sea trabajable debemos seleccionar apropiadamente la proporción de cada uno de los insumos o ingredientes que lo componen (cemento, agregados y agua). (Aceros Arequipa, 2016).	Asentamiento	Caracterización de agregado fino y grueso Diseño de mezcla según previas pruebas de desempeño Ensayo del cono de Abrams	TMN del Agregado Grueso, %h, Pe, %Abs, PUSC Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo Slump (pulgadas)	Hoja de ficha de datos.

Fuente: Propia.

Tabla 8.

Operacionalización de la variable peso unitario

Variables	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento
V. D.: Peso Unitario	El peso unitario o densidad de masa de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir la masa neta del agregado en el recipiente, dividida entre su /volumen, representará el peso unitario para uno u otro grado de compactación, expresado en kg/m ³ . El peso unitario depende de lo compactado que esté el agregado y de la distribución de formas y tamaños de las partículas. (Huarcaya, 2014).	<p>Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente de diámetro y profundidad prescrita que depende del tamaño máximo del agregado hasta que rebose y después es nivelado pasando la varilla por la superficie. Se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado. (Huarcaya, 2014).</p> <p>El recipiente se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen del recipiente con 25 golpes con la varilla compactadora de punta semiesférica de 5/8" de diámetro. Se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado. (Huarcaya, 2014).</p>	Peso Unitario	<p>Caracterización de agregado fino y grueso</p> <p>Diseño de mezcla según previas pruebas de desempeño</p> <p>Ensayo de Peso Unitario</p>	<p>TMN del Agregado Grueso, %h, Pe, %Abs, PUSC</p> <p>Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo</p> <p>Suelto y Compacto (Kg/m³)</p>	Hoja de ficha de datos.

Fuente: Propia.

Tabla 9.

Operacionalización de la variable contenido de aire

VARIABLES	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTO
V. D.: Contenido de Aire	La cantidad de aire depende de las propiedades físicas del agregado, del método de compactación y de las proporciones en que se han combinado los ingredientes en la mezcla. Generalmente este aire ocupa del 1% al 3% del volumen de la mezcla salvo que el concreto este expuesto a cambios bruscos de temperatura (Congelarse y descongelarse), para lo cual se necesita incorporar aire mediante el uso de aditivos, por lo tanto, el volumen de aire en la mezcla aumentaría. (Harcaya, 2014).	Se calcula siguiendo la siguiente fórmula: $A = [(T - D) / T] * 100$ Donde, D: Peso Unitario T: Densidad Teórica (ASTM. C138, 2014).	Contenido de Aire	Caracterización de agregado fino y grueso Diseño de mezcla según previas pruebas de desempeño Método gravimétrico	TMN del Agregado Grueso, %h, Pe, %Abs, PUSC Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo %	Hoja de ficha de datos.

Fuente: Propia.

Tabla 10.

Operacionalización de la variable resistencia a la compresión

Variables	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento
V. D.: Resistencia a la Compresión	La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm ² , MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). (Cemex, 2019).	El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen. (NTP. 339. 034, 2015).	Resistencia a la compresión	Caracterización de agregado fino y grueso	TMN del Agregado Grueso, %h, Pe, %Abs, PUSC	Hoja de ficha de datos.
				Diseño de mezcla según previas pruebas de desempeño	Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo	
				Rotura de probetas a 3, 7 y 28 días	f ^c diseño = 210kg/cm ²	
			Prueba de hipótesis	Análisis de distribución normal Shapiro Wilk, análisis de varianza Anova y posprueba Tukey	Significancia	

Fuente: Propia.

Tabla 11.

Operacionalización de la variable tipos de cemento

Variables	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento
V. I.: Tipos de Cemento	El cemento es el material de construcción más utilizado en el mundo. Aporta propiedades útiles y deseables, tales como, resistencia a la compresión (el material de construcción con la mayor resistencia por costo unitario), durabilidad y estética para una diversidad de aplicaciones de construcción. (Cemex, 2019).	El cemento es el material de construcción más utilizado en el mundo. Aporta propiedades útiles y deseables, tales como, resistencia a la compresión (el material de construcción con la mayor resistencia por costo unitario), durabilidad y estética para una diversidad de aplicaciones de construcción. (Cemex, 2019).	Adimensional	ICo MS HS	Kg (Según el peso específico de cada tipo de cemento)	-

Fuente: Propia.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La población está conformada por todos los concretos convencionales de la ciudad de Trujillo, en el año 2021.

2.4.2. Muestra

La norma ASTM C31 indica que los especímenes de resistencia a la compresión o a la tracción por hendimiento deben ser cilindros colados y fraguados en una posición vertical. La longitud debe ser el doble del diámetro y éste debe ser al menos 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Para ensayos de aceptación respecto a una resistencia a la compresión especificada, los cilindros deben ser de 6" x 12" (150mm x 300mm) o 4" x 8" (100mm x 200mm).

Para la presente investigación se utilizará la muestra de tipo no probabilístico, mediante la evaluación de juicio por experto a cargo del ingeniero Alberto Rubén Vásquez Díaz, especialista en tecnología del concreto, quien determina en base a su experiencia realizar 12 probetas por cada tipo de cemento, haciendo un total de 72 probetas como tamaño de muestra para la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto, lo cual se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 12.

Tamaño de muestra

Tipo de Cemento	Marca	Resistencia a la compresión Edad de ensayo		
		3	7	28
MS	CPSAA	3	3	6
ICo	CPSAA	3	3	6

MS	MOCHICA	3	3	6
ICo	MOCHICA	3	3	6
HS	INKA	3	3	6
ICo	INKA	3	3	6
Sub Total		18	18	36
TOTAL		72		

Fuente: Propia.

Asimismo, para evaluar el desempeño del concreto en el estado fresco se realizarán los siguientes ensayos:

Tabla 13.

Tamaño de muestra para las propiedades del concreto en estado fresco

Tipo de Cemento	Marca	Asentamiento del concreto (pulg.)	Pérdida de Trabajabilidad (pulg)			Peso Unitario del concreto (kg/m ³)	Contenido de Aire (%)
			0 min	30 min	60 min		
MS	CPSAA	1	1	1	1	1	1
ICo	CPSAA	1	1	1	1	1	1
MS	MOCHICA	1	1	1	1	1	1
ICo	MOCHICA	1	1	1	1	1	1
HS	INKA	1	1	1	1	1	1
ICo	INKA	1	1	1	1	1	1

Fuente: Propia.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Técnica de recolección de datos

Para la técnica de recolección de datos se hará uso de la OBSERVACIÓN, ya que se busca ver, analizar las propiedades en estado fresco, así mismo ensayar especímenes cilíndricos en el laboratorio de concreto, según las normativas correspondientes.

2.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizarán serán hojas de ficha de datos. Éstas fichas nos servirán para el recojo de información de cada variable según se realice cada ensayo. (Ver Anexo 2).

2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos ha sido validado y firmado por el Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz luego de revisar que dicho instrumento cuente con los requisitos necesarios para expresar correctamente lo que se quiere representar. Posteriormente llenó la rúbrica de evaluación del instrumento antes mencionado. (Ver Anexo 1).

2.5.4. Análisis de datos

En esta investigación se usarán las siguientes técnicas:

- Estadística descriptiva: porque se utilizarán gráficos estadísticos como representación pictórica para ordenar y facilitar la comprensión de los resultados obtenidos según las variables de estudio.
- Estadística inferencial: porque permite estimar, a través de muestras, las características de una determinada población, tratando de obtener sus propiedades

2.5.4.1. Análisis de distribución normal

Siendo la muestra “n” menor a 50, se hace uso de la prueba Shapiro Wilk para el criterio de normalidad de datos, con significancia del 5%.

2.5.4.2. Análisis de varianza

Se hará uso del método de análisis de la varianza siguiendo la prueba ANOVA con una significancia del 5%, de ser el caso que los datos sigan una distribución normal.

2.5.4.3. Definición de hipótesis nula y alternativa

La hipótesis nula (H_0). La hipótesis nula de la presente investigación sería:

H_0 : El tipo de cemento no influye positivamente en el asentamiento, trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional.

La hipótesis alternativa (H_a). La hipótesis alternativa de la presente investigación sería:

H_a : El tipo de cemento influye significativamente en el asentamiento, trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional.

2.5.4.4. Análisis de posprueba

Según los resultados obtenidos en la prueba de ANOVA, si se acepta la hipótesis alternativa, se realiza la prueba POS ANOVA, siguiendo el método TUKEY para conocer en qué casos existe influencia significativa.

Tabla 14.

Pruebas para el análisis de datos

Análisis de distribución normal	Análisis de varianza	Análisis posprueba
Prueba Shapiro-Wilk	Prueba ANOVA	Prueba Tukey

Fuente: Propia.

2.5.5. Instrumento de análisis de datos

Se utilizará el software IBM SPSS Statistics, que permitirá la realización de las pruebas mencionados anteriormente. Los datos obtenidos se analizarán para corroborar la validez de la hipótesis que se planteó en la presente investigación.

2.6. Procedimiento

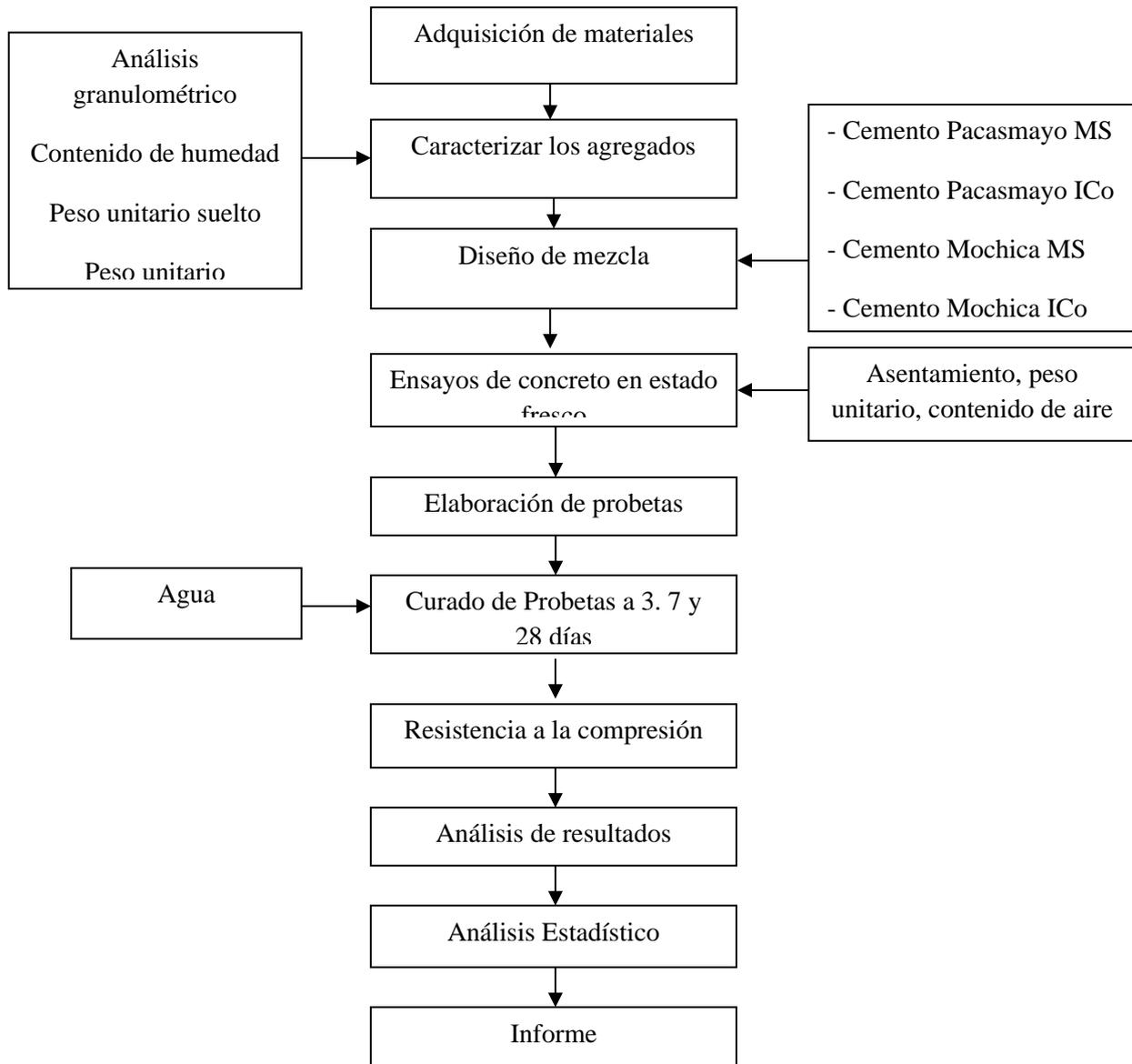


Figura 1. Procedimiento

2.6.1. Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso (NTP.400.012 – ASTM C136)

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.
- Se seleccionarán tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado.

- Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior.
- Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período suficiente.
- Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado.
- Continuar el tamizado por un período suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual como sigue:
Sostener firmemente el tamiz individual con su tapa y fondo bien ajustado en posición ligeramente inclinada en una mano. Golpear el filo contra el talón de la otra mano con un movimiento hacia arriba y a una velocidad de cerca de 150 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes.
- Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximando al 0,1 % más cercano de la masa seca inicial de la muestra.
- Cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje· acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150 μm (N° 100); 300 μm (N° 50); 600 μm (N° 30); 1,18 mm (N° 16); 2,36 mm (N° 8); 4,75 mm (N° 4); 9,5 mm (3/8 de pulgada); 19,0 mm (3/4 de pulgada); 37,5 mm (1 1/2 pulgada) y. mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

2.6.2. Humedad de agregado grueso y agregado fino (NTP.339.185)

- Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %.
- Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas.
- La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.
- Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1 % después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.
- Calcular el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera:

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

Donde,

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje.

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos.

D = Masa de la muestra seca en gramos.

2.6.3. Peso unitario del agregado grueso y fino (NTP.400.017 – ASTM C29)

- **Peso unitario suelto**
 - Llenar el recipiente hasta el reboce con una pala o cucharón, descargando el agregado de una altura que no exceda 50 mm encima del borde superior del mismo.
 - Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

- Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg.
- **Peso unitario compactado**
 - Llenar el recipiente a un tercio del total y nivelar la superficie con los dedos. Apisonar la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado uniformemente distribuido sobre la superficie.
 - Llenar el recipiente a los 2 tercios del total y nuevamente nivelar y apisonar como anteriormente.
 - Finalmente, llenar el recipiente a sobre-volumen y apisonar nuevamente de la forma indicada líneas arriba.
 - Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibre los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.
 - Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg.
 - Por último, aplicamos la siguiente fórmula para ambos procedimientos:

$$PU = \frac{G - T}{V}$$

Donde,

PU = Peso unitario

G = Masa (kg)

T = Masa del recipiente (kg)

V = Volumen del recipiente (m³)

2.6.4. Peso específico y absorción de los agregados

2.6.4.1. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP.400.021 – ASTM C127)

- **Peso específico**

- Secar la muestra de ensayo en una estufa hasta una masa constante a una temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.
- Sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente, durante un período de $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.
- Retirar la muestra del agua y hacer rodar sobre un paño absorbente grande, hasta que se eliminan todas las partículas visibles de agua.
- Determinar la masa de la muestra de ensayo, en la condición de superficie saturada seca. Anotar ésta y todas las masas posteriores cercanas a 0,5 g ó 0,05 % de la masa de la muestra, lo que sea más cercano.
- Después de la determinación de la masa en aire, colocar inmediatamente la muestra saturada superficialmente seca en el recipiente de la muestra y determinar su masa aparente en agua a $23\text{ °C} \pm 2,0\text{ °C}$.
- Secar la muestra de ensayo en la estufa hasta una masa constante, a temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, enfriar en aire a temperatura ambiente durante 1 h a 3 h, o hasta que el agregado se ha enfriado a una temperatura que es apropiada para la manipulación (aproximadamente 50 °C) y determinar la masa.
- Calcular la densidad en base al agregado secado al horno, de la siguiente manera:

$$\text{Densidad} = 997.5 \left[\frac{A}{B - C} \right]$$

A: masa de la muestra secada al horno en aire,

B: Masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire, g, y (g).

C: Peso masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua, g.

- **Absorción**

- Calcular el porcentaje de absorción, de la siguiente manera.

$$\text{Absorción \%} = \left[\frac{B - A}{A} \right] \times 100$$

2.6.4.2. Peso específico y absorción del agregado fino (NTP.400.022)

- **Peso específico**

- Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro 500 g \pm 10 g de agregado fino de saturada seca superficialmente, preparado como se describe en el capítulo 7, y llenar de agua adicional hasta aproximadamente el 90 % de su capacidad.
- Rodar, invertir o agitar manualmente el picnómetro (o utilizar una combinación de estas acciones) para eliminar las burbujas de aire visibles.
- Retirar el agregado fino del picnómetro, secar en el horno a una masa constante, a temperatura de 110 °C \pm 5 °C, enfriar en aire a temperatura ambiente durante 1 h \pm 1/2 h, y determinar la masa.
- Determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a 23,0 °C \pm 2,0 °C.
- Calcular la densidad en base al agregado secado al horno de la siguiente manera:

$$\text{Densidad} = 997.5 \left[\frac{A}{B + S - C} \right]$$

Donde,

A: Peso muestra seca (g).

B: Peso del frasco lleno de agua hasta la marca de calibración (g).

S: Peso de la arena SSS (g).

C: Peso del frasco lleno con agua y arena (g).

- **Absorción**

- Calcular el porcentaje de absorción, de la siguiente manera:

$$\text{Absorción \%} = \left[\frac{S - A}{A} \right] \times 100$$

2.6.5. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se realizará siguiendo el método ACI 2011, concreto simple.

2.6.6. Ensayos del concreto

2.6.6.1. Muestreo de concreto (NTP.339.036)

- Transportar las muestras individuales al lugar donde se va a ensayar el concreto fresco o donde los especímenes de ensayo serán moldeados.
- Tomar la muestra por recolección de dos o más porciones, tomadas a intervalos regularmente espaciados durante la descarga de la porción media del lote. No obtener porciones de muestra de la primera o última parte de la descarga de la tanda. Obtener la muestra pasando un recipiente completamente a través de la corriente de descarga o por vaciado de la descarga en el contenedor. Si la descarga del concreto es demasiado rápida, para desviar el chorro de descarga, descargar el concreto dentro de un contenedor o unidad de transporte lo suficientemente grande para acomodar la tanda entera y luego realizar el muestreo de la misma manera como se indicó anteriormente. Tener cuidado de no restringir el flujo del concreto de la mezcladora, contenedor o unidad de transporte, como para causar segregación.

Nota: El tiempo transcurrido entre la obtención de la porción inicial y final de una muestra compuesta deberá ser el más corto posible, pero en ningún caso excederá de 15 minutos. Por otro lado, las muestras para el ensayo de resistencia deberán tener como mínimo 28 L (1 pie³). Pueden permitirse muestras más pequeñas para ensayos de rutina de contenido de aire; la temperatura y asentamiento. El tamaño de la muestra será definido por el tamaño máximo del agregado

2.6.6.2. Ensayo de asentamiento (NTP.339.035)

- Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie plana, rígida, no absorbente y húmeda. El molde se fija firmemente en su lugar durante el llenado pisando las aletas o asegurando las abrazaderas a la placa de base.
- Con la muestra de concreto obtenida se llena el molde vaciando el concreto en tres capas, de modo que cada capa corresponda a aproximadamente a la tercera parte del volumen del molde.
- El concreto se vacía moviendo el cucharón alrededor del perímetro del molde, para asegurar la distribución del concreto con la mínima segregación.
- Cada capa se compacta aplicando 25 golpes con la barra compactadora distribuidos y aplicados uniformemente en toda la sección de la capa.
- En la capa inferior es necesario inclinar un poco la barra y dar la mitad de los golpes cerca del perímetro, acercándose progresivamente en espiral hacia el centro de la sección. La capa inferior se compacta en todo su espesor. La segunda capa y la capa superior se compactan a través de todo su espesor, procurando que la barra penetre ligeramente en la capa inmediata inferior.

- Se procede a enrasar rodando la barra compactadora sobre el borde superior del molde. Se continúa asegurando el molde firmemente contra la base y se elimina el concreto sobrante alrededor del molde para evitar interferencias con el movimiento del concreto que se asienta.
- Se levanta el molde una altura de 300 mm en $5 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$ con un movimiento ascendente firme, evitándose los movimientos laterales o torsionales. La operación completa desde el principio de llenado del molde hasta su retiro se hará sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2,5 min.
- Finalmente se mide inmediatamente el asentamiento, determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro desplazado de la cara superior del cono deformado.

2.6.6.3. Ensayo de peso unitario (NTP.339.046)

- Seleccionar el método de consolidación del concreto en ensayo, en función del asentamiento del mismo, a menos que el método esté definido en las especificaciones del trabajo que se está realizando. Los métodos de consolidación son apisonado y vibración interior. Para concretos con un asentamiento mayor que 75 mm se debe aplicar el método de apisonado. Para concretos con asentamiento entre 25 mm a 75 mm se aplica apisonado o vibrado. Concretos con asentamiento menor de 25 mm se debe aplicar el método de consolidación por vibración.
- Colocar el concreto en el recipiente de medición usando la cuchara. Se mueve la cuchara alrededor del perímetro interno del recipiente de medición para asegurar una distribución homogénea del concreto con segregación mínima.

- Colocar el concreto en el recipiente de medición en tres capas de aproximadamente igual volumen. Apisonar cada capa con 25 golpes de la barra compactadora cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 14 L o más pequeños; 50 golpes cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 28 L y un golpe por cada 15 cm² de superficie para recipientes de medición más grandes. Apisonar la capa del fondo a través de todo su espesor, pero evitando que la barra compactadora no golpee fuertemente el fondo del recipiente. Distribuir los golpes uniformemente sobre la sección transversal del recipiente y para la segunda y tercera capa, la barra compactadora debe penetrar aproximadamente 25 mm en la capa subyacente. Después de que cada capa ha sido apisonada se debe golpear con el mazo los lados del recipiente, 10 a 15 veces, usando la fuerza apropiada para cerrar cualquier poro causado por la barra de apisonado y eliminar las burbujas grandes de aire atrapadas. Agregar la última capa para evitar el sobrellenado. En la consolidación de la capa final, el recipiente de medición no debe contener un exceso sustancial o falta de concreto. Un exceso de hormigón que sobresale aproximadamente 3 mm sobre el borde superior del recipiente se considera óptimo. Una cantidad pequeña de concreto puede agregarse para corregir la falta de material. Si el recipiente de medida contiene un gran exceso de concreto a la realización de consolidación de la capa final, quitar una porción representativa de concreto del exceso con una paleta o cucharón grande e inmediatamente realizar la consolidación antes de que el recipiente de medición sea golpeado por fuera.

- Después de la consolidación, se debe alisar y terminar suavemente la superficie del concreto del borde superior del recipiente con la placa plana de alisado que se usa con gran cuidado para dejar el recipiente de medida nivelado y lleno. Se logra un mejor terminado de la superficie presionando la placa de alisado sobre los 2/3 de la superficie del concreto del borde superior del recipiente de medida para cubrir y retirando la placa con un movimiento de sierra terminado sólo el área originalmente cubierta. Luego coloque la placa en la cima de la medida, cubrir el original dos terceras partes de la superficie y continuar con la presión vertical y un movimiento serrando para cubrir la superficie entera de la medida y continuar avanzando hasta que resbale completamente fuera de la medida. Varios golpes finales con el borde inclinado del plato producirán una superficie acabada lisa.
- Después del alisado de la superficie superior del recipiente se limpia todo el concreto en exceso y adherido a las paredes exteriores del recipiente de medición y luego se determina la masa del hormigón.
- Calcular el peso unitario del concreto siguiendo la siguiente fórmula:

$$Pu = \frac{Mc - Mm}{Vm}$$

Donde,

Pu = Peso unitario del concreto.

Mc = Masa del recipiente de medida lleno de concreto.

Mm = Masa del recipiente de medida vacío.

Vm = Volumen del molde.

2.6.6.4. Contenido de aire del concreto (método gravimétrico)

(NTP.339.046)

- Calcular el peso unitario del concreto siguiendo la siguiente fórmula:

$$A = \left[\frac{T - D}{T} \right] \times 100$$

Donde,

A = Contenido de aire.

T = Densidad teórica del concreto (kg/m³).

D = Densidad (Peso Unitario) del concreto (kg/m³).

2.6.6.5. Elaboración y curado de especímenes de concreto (NTP.339.033)

- **Aparatos**

- Los moldes para los especímenes o los elementos de cierre en contacto con el concreto, serán de acero, fierro fundido u otro material no absorbente que no reaccione con el concreto de Cemento Portland u otros cementos hidráulicos. Los moldes reusables deberán ser revestidos ligeramente con aceite mineral o un material no reactivo antes de su uso.
- Varilla compactadora, es una varilla circular recta de acero liso, con dimensiones conforme a la Tabla N° 15. La longitud de la varilla de apisonamiento será de al menos 100 mm mayor que la profundidad del molde en el que se está realizando el envarillado, pero no mayor que 600 mm de longitud total. La varilla tendrá su extremo de compactación, o ambos extremos, terminados en punta semiesférica del mismo diámetro.

Tabla 15.

Requisitos de la barra compactadora

Diámetro del cilindro o ancho de la viga, mm	Diámetro de la varilla, mm
< 150	10 ± 2
≥ 150	16 ± 2

Fuente: Propia.

- Se debe usar un martillo con cabeza de goma (caucho) o cuero, con una masa de $0,6 \pm 0,2$ kg.
- Pala y cucharón lo suficientemente grande, de tal manera que la cantidad de concreto recogido del recipiente de muestreo sea representativa y lo suficientemente pequeña para que el concreto no se derrame durante la colocación en el molde.
- **Requisitos del ensayo**
 - Los especímenes para determinar la resistencia a la compresión o a la tracción por compresión diametral, deben ser cilindros vaciados y fraguados en posición vertical. El número y tamaño de los cilindros serán establecidos en las especificaciones de los ensayos. Adicionalmente, la longitud debe ser el doble del diámetro y el diámetro del cilindro debe ser por lo menos tres veces el tamaño nominal máximo del agregado grueso.
- **Moldeo de especímenes**
 - Moldear los especímenes rápidamente sobre una superficie nivelada y rígida, libre de vibraciones y otras alteraciones, en un lugar tan cerca como sea posible a la localización de los ambientes donde serán almacenados.
 - Si el método de consolidación es por apisonado, determinar los requisitos para el moldeo de la Tabla N° 16.

Tabla 16.

Moldeo de especímenes por apisonado (Requisitos)

Tipo de espécimen y tamaño	Número de capas de aproximadamente igual altura	Número de golpes por capa
Cilindros:		

diámetro, mm		
100	2	25
150	3	25
225	4	50

Fuente: Propia.

- **Curado de especímenes de concreto**

- Si los especímenes no pueden ser elaborados en el lugar donde recibirán el curado inicial, inmediatamente después del terminado, se deben mover al lugar donde recibirán el curado inicial, para su almacenamiento.
- Inmediatamente después de moldeados y acabados, los especímenes deben ser almacenados por un periodo de hasta 48 h en un rango de temperatura entre 16 °C a 27 °C y en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad de los especímenes.
- Luego de completar el curado inicial y dentro de los 30 min después de remover los moldes, los especímenes se deben curar manteniendo agua libre sobre sus superficies permanentemente a una temperatura de 23 °C \pm 2 °C, usando agua de los tanques de almacenamientos o cuartos húmedos.

2.6.6.6. Ensayo de resistencia a la compresión (NTP.339.034)

- Los ensayos de compresión de especímenes curados en húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje húmedo.
- Los cilindros serán protegidos de la pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmeda.

- Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

Tabla 17.

Tolerancia permisible para el ensayo de resistencia a la compresión

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24h	± 0,5 h ó 2,1 %
3d	± 2 h ó 2,8 %
7d	± 6 h ó 3,6 %
28d	± 20 h ó 3,0 %
90d	± 48 h ó 2,2%

Fuente: Propia.

- Tomar las medidas y anotar en la hoja de ficha de datos cada una de las medidas de los especímenes cilíndricos, luego colocarlos a la máquina de compresión, aplicar la carga hasta que la probeta falle y anotar el resultado dado por la máquina.
- Calcular la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección transversal.

2.7. Desarrollo de tesis

2.7.1. Materia Prima

Los agregados utilizados en la presente investigación fueron obtenidos de la cantera Quebrada El León, ubicada en la ciudad de Trujillo, en el distrito del Milagro. Los cementos con los cuales se trabajó fueron de 3 tipos y marcas diferentes, siendo del tipo ICo, Ms y Hs; de las marcas Pacasmayo, Mochica e Inka. El diseño de mezcla se realizó siguiendo la normativa ACI 211, sin

embargo, se ajustaron los resultados según las pruebas de desempeño de las mezclas de concreto realizadas previamente.

2.7.2. Caracterización de agregados

2.7.2.1. Ensayo granulométrico del agregado fino (NTP.400.037)

Se determinó el análisis granulométrico para el agregado fino, siguiendo lo estipulado en la norma NTP. 400.012; ordenando los resultados en la tabla N°18, posteriormente se graficó la curva granulométrica de este material tal y como se muestra en la figura N°2.

Tabla 18.

Esquema de la granulometría del agregado fino

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP. 400.037	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	4.750	15.2	1.2	1.2	98.8	95.0	100.0
N° 8	2.360	120.6	9.4	10.6	89.4	80.0	100.0
N° 16	1.180	227.7	17.8	28.4	71.6	50.0	85.0
N° 30	0.600	348.5	27.3	55.7	44.3	25.0	60.0
N° 50	0.300	260.1	20.3	76.0	24.0	5.0	30.0
N° 100	0.150	240.8	18.8	94.9	5.1	0.0	10.0
N° 200	0.075	31.3	2.4	97.3	2.7	0.0	5.0
Fondo		34.4	2.7	100.0	0.0	-	-
		1278.6	100.0				

Fuente: Propia.

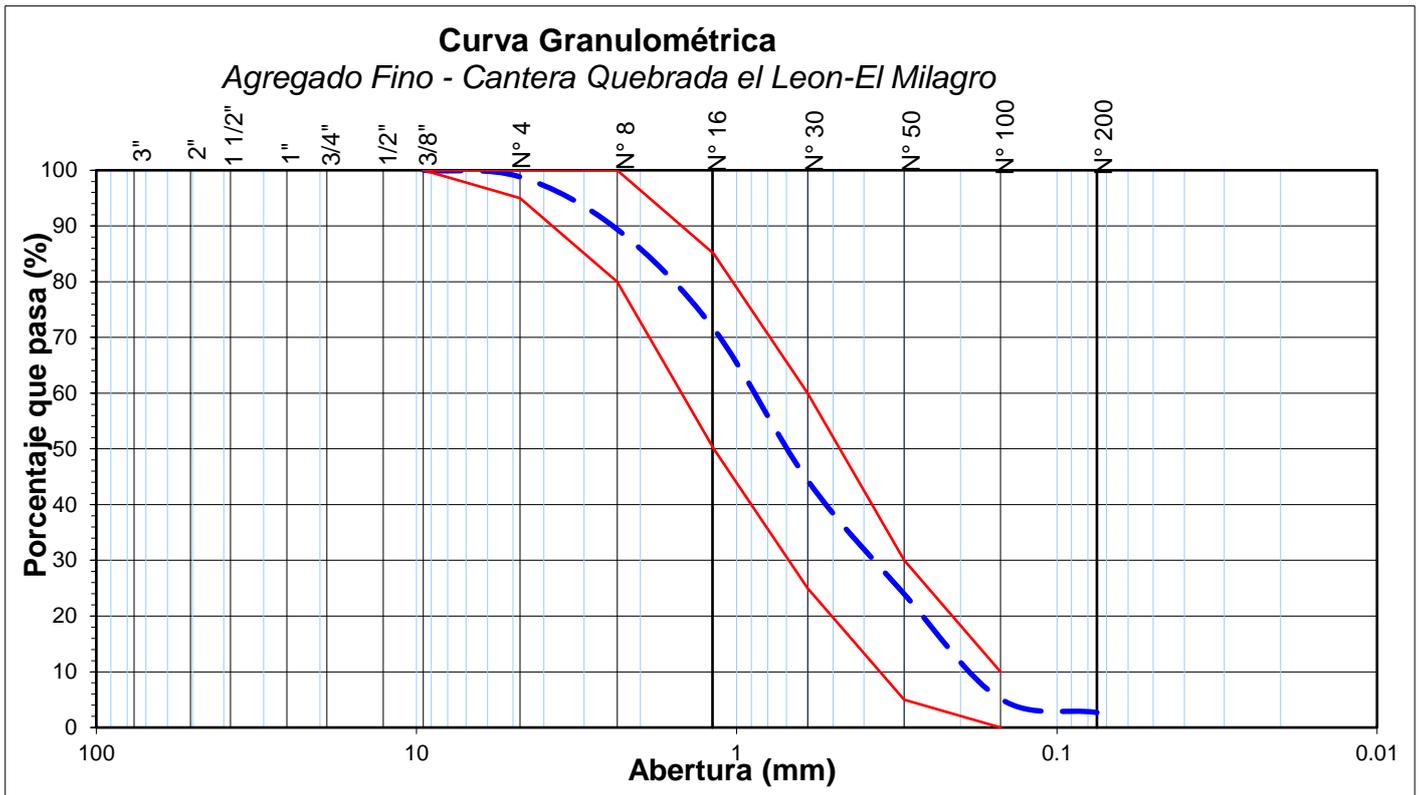


Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino

- Se halló el módulo de finura.

$$MF = \frac{(1.2 + 10.6 + 28.4 + 55.7 + 76.0 + 94.9)}{100} = 2.67$$

- Por último, se clasificó al agregado fino según su módulo de finura siguiendo la tabla N° 19, donde, según el valor 2.67, corresponde a arena gruesa.

Tabla 19.

Módulo de finura

Agregado fino	Módulo de finura
Arena fina	0.5 – 1.5
Arena media	1.5 – 2.3
Arena gruesa	2.3 – 3.1

Fuente: (NTP.400.037).

2.7.2.2. Ensayo granulométrico del agregado grueso (400.037)

Se determinó el análisis granulométrico para el agregado grueso, siguiendo lo estipulado en la norma NTP. 400.012; ordenando los resultados en la tabla N°20, donde posteriormente se graficó la curva granulométrica de este material tal y como se muestra en la figura N°3.

Tabla 20.

Esquema de la granulometría del agregado grueso

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
						Mínimo	Máximo
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	0.0		
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	0.0		
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000	199	4.7	4.7	95.3	90.0	100.0
1/2"	12.500	1601	38.1	42.9	57.1	-	-
3/8"	9.500	1503	35.8	78.7	21.4	20.0	55.0
N° 4	4.750	834	19.9	98.5	1.5	0.0	10.0
N° 8	2.360	31	0.7	99.3	0.8	0.0	5.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	99.3	0.8	-	-
N° 30	0.600	0.0	0.0	99.3	0.8	-	-
N° 50	0.300	0.0	0.0	99.3	0.8	-	-
N° 100	0.150	0.0	0.0	99.3	0.8	-	-
Fondo		32	0.8	100.0	0.0	-	-
		4200	100.0				

Fuente: Propia.

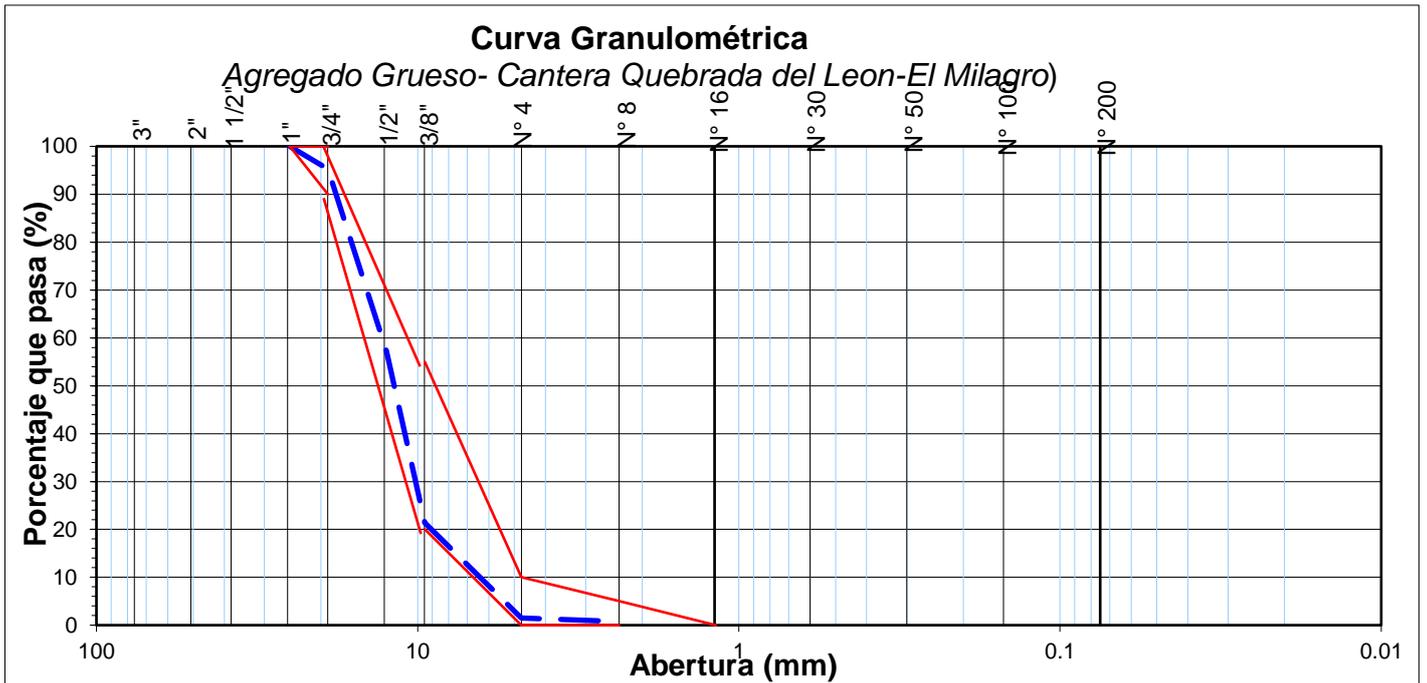


Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso

- Finalmente, se halló el módulo de finura.

$$MF = \frac{(4.7 + 78.7 + 98.5 + 99.3 + 99.3 + 99.3 + 99.3 + 99.3)}{100} = 6.80$$

2.7.2.3. Contenido de humedad (NTP.339.185)

En primer lugar, se pesaron dos taras y se separaron dos muestras de agregado fino, una de 1317.6 gr y otra de 1214.4 gr. De igual manera, se pesaron otras dos taras y se separaron dos muestras de agregado grueso, una de 3036 gr y otra de 3017 gr. Luego se colocaron las muestras en el horno a una temperatura de 100°C +- 5°C durante un periodo de 24 horas. Después, se pesaron las muestras sacadas del horno. Posteriormente, con los datos obtenidos se formaron las siguientes tablas.

Tabla 21.

Contenido de humedad del agregado fino

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de recipiente	gr	262.7	258.2	
Peso de recipiente + muestra húmeda	gr	1580.3	1472.6	
Peso de recipiente + muestra seca	gr	1574.1	1468.0	
Peso de muestra húmeda	gr	1317.6	1214.4	
Peso de muestra seca	gr	1311.4	1209.8	
Peso de agua	gr	6.2	4.6	
Contenido de humedad	%	0.5	0.4	0.5

Fuente: Propia.

Tabla 22.

Contenido de humedad del agregado grueso

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de recipiente	gr	311	263	
Peso de recipiente + muestra húmeda	gr	3,347	3,280	
Peso de recipiente + muestra seca	gr	3,335	3,271	
Peso de muestra húmeda	gr	3,036	3,017	
Peso de muestra seca	gr	3,024	3,008	
Peso de agua	gr	12	9	
Contenido de humedad	%	0.4	0.3	0.4

Fuente: Propia.

2.7.2.4. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso y fino (NTP.400.017).

Teniendo como base la norma NTP. 400.017, se realizó el ensayo de peso unitario suelto y compactado para ambos agregados, considerando un número de 3 pruebas; lo cual se detalla en las siguientes tablas.

Tabla 23.

Peso unitario del agregado fino

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso de recipiente + muestra suelta	kg	15.329	15.258	15.190	
Peso de recipiente + muestra apisonada	kg	16.282	16.403	16.311	
Peso de recipiente	kg	3.523	3.523	3.523	
Peso de la muestra en estado suelto	kg	11.806	11.735	11.667	
Peso de la muestra en estado compactado	kg	12.759	12.880	12.788	
Volumen del recipiente	m ³	0.00705	0.00705	0.00705	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,675	1,665	1,655	1,665
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,810	1,827	1,814	1,817

Fuente: Propia.

Tabla 24.

Peso unitario del agregado grueso

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso de recipiente + muestra suelta	kg	13.346	13.312	13.370	
Peso de recipiente + muestra apisonada	kg	14.522	14.605	14.578	
Peso de recipiente	kg	3.525	3.525	3.525	
Peso de la muestra en estado suelto	kg	9.821	9.787	9.845	
Peso de la muestra en estado compactado	kg	10.997	11.080	11.053	
Volumen del recipiente	m ³	0.00705	0.00705	0.00705	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,393	1,388	1,396	1,392
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,560	1,572	1,568	1,567

Fuente: Propia.

2.7.2.5. Densidad específica y absorción – agregado fino (NTP.400.022).

Bajo los parámetros de la norma NTP. 400.022, se realizaron los ensayos de densidad específica y absorción para el agregado fino, considerando un número de 2 pruebas, detalladas a continuación en las siguientes tablas.

Tabla 25.

Peso específico y absorción del agregado grueso

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra seca en horno al aire	gr	500.3	502.4	
Peso del pignómetro lleno de agua	gr	1,419.7	1,419.9	
Peso del pignómetro lleno de muestra y agua	gr	1,736.5	1,738.0	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	505.8	507.2	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.65	2.66	2.66
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.68	2.68	2.68
Absorción	%	1.1	1.0	1.1

Fuente: Propia.

2.7.2.6. Densidad específica y absorción del agregado grueso (NTP.400.021)

Bajo los parámetros de la norma NTP. 400.021, se realizaron los ensayos de densidad específica y absorción para el agregado grueso, considerando un número de 2 pruebas, detalladas a continuación en las siguientes tablas.

Tabla 26.

Peso específico y absorción del agregado fino

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra seca en horno al aire	gr	504.2	504.4	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	1422.0	1425.7	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1739.7	1743.8	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.70	2.69	2.70
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.73	2.71	2.72
Absorción	%	1.0	0.9	1.0

Fuente: Propia.

2.7.3. Diseño de mezcla ACI-211

2.7.3.1. Elección del asentamiento

Tabla 27.

Tabla se asentamiento según la consistencia

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

Fuente: (ACI-211).

2.7.3.2. Elección del TMN y TM del agregado grueso

Por caracterización de agregados: Huso 67 = 3/4"

2.7.3.3. Cálculo del agua de mezcla y el contenido de aire

Tabla 28.

Elección del agua de mezclado según el TMN y asentamiento

Revestimiento (asentamiento) (mm)	Agua, kilogramos por metro cubico de concreto, para los tamaños de agregado indicados*
--------------------------------------	---

	3/8 pulg.	1/2 pulg.	3/4 pulg.	1 pulg.	1 1/2 pulg.	2 pulg.	3 pulg.	6 pulg.
Concreto sin aire incluido								
1" a 2" 25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" 75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" 150 a 175	213	228	216	202	190	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje.	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
1" a 2" 25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" 75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" 150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	-
Promedio del contenido de aire total recomendado, para el nivel de exposición, porcentaje.								
Exposición leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Fuente: (ACI-211).

Concreto sin aire incluido - TMN 3/4" – Slump 3 a 4": 205 L/m³ y 2% de contenido de aire.

2.7.3.4. Selección de la relación a/c

Determinación de f'_{cr}

Tabla 29.

Determinación de f'_{cr} cuando no hay datos para calcular S

Resistencia a compresión especificada, f'_c (kg/cm ²)	Resistencia a compresión media requerida (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Más de 350	$1.10 f'_c + 50$

Fuente: (ACI-211).

$$f'_c = 210 \frac{kg}{cm^2}, \quad f'_{cr} = 210 + 84, \quad f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Dependencia entre la relación agua-material cementante y la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 30.

Dependencia entre la relación a/c y la resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a compresión a los 28 días, kg/cm ² (MPa)	Relación agua-material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450 (45)	0.38	0.31
400 (40)	0.43	0.34
350 (35)	0.48	0.40
300 (30)	0.55	0.46
250 (25)	0.62	0.53
200 (20)	0.70	0.61
150 (15)	0.80	0.72

Fuente: (ACI-211).

$$\frac{300-294}{294-250} = \frac{0.55-x}{x-0.62} \quad x = 0.558$$

2.7.3.5. Cálculo del contenido de cemento

$$\frac{a}{c} = 0.558 \quad c = \frac{205}{0.558} = 367.38 \text{ kg/m}^3 \sim 367 \text{ kg/m}^3$$

2.7.3.6. Estimación del contenido de agregado grueso

En la siguiente tabla, se obtiene el coeficiente b/bo (intersección de mf del agregado fino y TMN del agregado grueso).

Tabla 31.

Determinación del coeficiente b/bo

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00

9.5 (3/8)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2)	0.59	0.57	0.55	0.53
19.0 (3/4)	0.66	0.64	0.62	0.60
25.0 (1)	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2)	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2)	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3)	0.82	0.80	0.78	0.76
150 (6)	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: (ACI-211).

$$\frac{2.60-2.67}{2.67-2.80} = \frac{0.64-x}{x-0.62} \quad x = 0.633 = \frac{b}{b_0}$$

Peso Seco del AG = 1567 kg/m³ * 0.633 = 991.911 = 992 kg/m³

DISEÑO DE MEZCLA (PACASMAYO MS)

2.7.3.7. Estimación del contenido de agregado fino

Tabla 32. Estimación del contenido de agregado fino

	Peso Seco (kg/m ³)		
Cemento	367	367/2990	0.1227
Agua	205	205/1000	0.2050
Agregado Grueso	992	992/2700	0.3674
Agregado Fino	758	0.2849*2660	0.2849
Aire	2%	2/100	0.0200
PUC	2322	-	1.0000

Fuente: Propia.

2.7.3.8. Ajustes por humedad de los agregados

$$Phum = Ps (AG \acute{O} AF) * \left(1 + \frac{\%hum (AG \acute{O} AF)}{100}\right)$$

$$Phum(AG) = 992 * \left(1 + \frac{0.4}{100}\right) = 995.97 \approx 996 \text{ kg/m}^3$$

$$Phum(AF) = 758 * \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 761.79 \approx 762 \text{ kg/m}^3$$

- Aportes de agua

$$AP = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(\frac{\%hum - \%abs}{100} \right)$$

$$AP(AG) = 992 * \left(\frac{0.4 - 1.0}{100} \right) = -5.95 \text{ L/m}^3$$

$$AP(AF) = 758 * \left(\frac{0.5 - 1.1}{100} \right) = -4.55 \text{ L/m}^3$$

- *Agua efectiva*

$$AEF = A. estimada - (\sum AP (AG \text{ ó } AF))$$

$$AEF = 205 - (-5.95 - 4.55) = 215.5 \approx 216 \text{ L/m}^3$$

Tabla 33.

Proporción de materiales por peso húmedo

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	216
Agregado Grueso	996
Agregado Fino	762
Aire	2%
PUC	2341

Fuente: Propia.

2.7.3.9. Ajustes por absorción de los agregados

$$P_{SSS} = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%abs (AG \text{ Ó } AF)}{100} \right)$$

$$P_{SSS} (AG) = 992 * \left(1 + \frac{1.0}{100} \right) = 1001.92 \text{ kg/m}^3 \approx 1002 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{SSS} (AF) = 758 * \left(1 + \frac{1.1}{100} \right) = 766.34 \text{ kg/m}^3 \approx 766 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 34.

Proporción de materiales por peso SSS

PSSS (kg/m³)	
Cemento	367

Agua	205
Agregado Grueso	1002
Agregado Fino	766
Aire	2%
PUC	2340

Fuente: Propia.

Según las pruebas de desempeño de las mezclas de concreto realizadas previamente, se determinó emplear la siguiente dosificación:

Tabla 35.

Proporción de materiales con cemento Pacasmayo MS

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento Pacasmayo MS	394
Agua	214
Agregado Grueso	819
Agregado Fino	875
Aire	-
PUC	2302

Fuente: Propia.

DISEÑO DE MEZCLA (PACASMAYO IC₀)

- **Estimación del contenido de agregado fino**

Tabla 36.

Estimación del contenido de agregado fino

Peso Seco (kg/m³)			
Cemento	367	367/2940	0.1248
Agua	205	205/1000	0.2050
Agregado Grueso	992	992/2700	0.3674
Agregado Fino	752	0.2828*2660	0.2828
Aire	2%	2/100	0.0200
PUC	2316		1.0000

Fuente: Propia.

- **Ajustes por humedad de los agregados**

$$Phum = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%hum (AG \text{ Ó } AF)}{100}\right)$$

$$Phum(AG) = 992 * \left(1 + \frac{0.4}{100}\right) = 995.97 \approx 996 \text{ kg/m}^3$$

$$Phum(AF) = 752 * \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 755.76 \approx 756 \text{ kg/m}^3$$

- *Aportes de agua*

$$AP = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(\frac{\%hum - \%abs}{100}\right)$$

$$AP(AG) = 992 * \left(\frac{0.4 - 1.0}{100}\right) = -5.95 \text{ L/m}^3$$

$$AP(AF) = 752 * \left(\frac{0.5 - 1.1}{100}\right) = -4.51 \text{ L/m}^3$$

- *Agua efectiva*

$$AEF = A. estimada - (\sum AP (AG \text{ ó } AF))$$

$$AEF = 205 - (-5.95 - 4.51) = 215.46 \approx 215 \text{ L/m}^3$$

Tabla 37.

Proporción de materiales por peso húmedo

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	215
Agregado Grueso	996
Agregado Fino	756
Aire	2%
PUC	2334

Fuente: Propia.

- **Ajustes por absorción de los agregados**

$$P_{SSS} = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%abs (AG \text{ Ó } AF)}{100}\right)$$

$$P_{sss} (AG) = 992 * \left(1 + \frac{1.0}{100}\right) = 1001.92 \text{ kg/m}^3 \approx 1002 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{sss} (AF) = 752 * \left(1 + \frac{1.1}{100}\right) = 760.27 \text{ kg/m}^3 \approx 760 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 38.

Proporción de materiales por peso SSS

PSSS (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	205
Agregado Grueso	1002
Agregado Fino	760
Aire	2%
PUC	2334

Fuente: Propia.

Según las pruebas de desempeño de las mezclas de concreto realizadas previamente, se determinó emplear la siguiente dosificación:

Tabla 39.

Proporción de materiales con cemento Pacasmayo ICo

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento Pacasmayo ICo	394
Agua	214
Agregado Grueso	816
Agregado Fino	872
Aire	-
PUC	2296

Fuente: Propia.

DISEÑO DE MEZCLA (MOCHICA MS)

- **Estimación del contenido de agregado fino**

Tabla 40.

Estimación del contenido de agregado fino

	Peso Seco (kg/m ³)		
Cemento	367	367/2960	0.1240
Agua	205	205/1000	0.2050
Agregado Grueso	992	992/2700	0.3674
Agregado Fino	754	0.2836*2660	0.2836
Aire	2%	2/100	0.0200
PUC	2318		1.0000

Fuente: Propia.

- **Ajustes por humedad de los agregados**

$$Phum = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%hum (AG \text{ Ó } AF)}{100}\right)$$

$$Phum(AG) = 992 * \left(1 + \frac{0.4}{100}\right) = 995.97 \approx 996 \text{ kg/m}^3$$

$$Phum(AF) = 754 * \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 757.77 \approx 758 \text{ kg/m}^3$$

- *Aportes de agua*

$$AP = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(\frac{\%hum - \%abs}{100}\right)$$

$$AP(AG) = 992 * \left(\frac{0.4 - 1.0}{100}\right) = -5.95 \text{ L/m}^3$$

$$AP(AF) = 754 * \left(\frac{0.5 - 1.1}{100}\right) = -4.52 \text{ L/m}^3$$

- *Agua efectiva*

$$AEF = A. estimada - (\sum AP (AG \text{ ó } AF))$$

$$AEF = 205 - (-5.95 - 4.52) = 215.47 \approx 215 \text{ L/m}^3$$

Tabla 41.

Proporción de materiales por peso húmedo

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	215
Agregado Grueso	996
Agregado Fino	758
Aire	2%
PUC	2336

Fuente: Propia.

- **Ajustes por absorción de los agregados**

$$P_{SSS} = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%abs (AG \text{ Ó } AF)}{100}\right)$$

$$P_{SSS} (AG) = 992 * \left(1 + \frac{1.0}{100}\right) = 1001.92 \text{ kg/m}^3 \approx 1002 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{SSS} (AF) = 754 * \left(1 + \frac{1.1}{100}\right) = 762.29 \text{ kg/m}^3 \approx 762 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 42.

Proporción de materiales por peso SSS

PSSS (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	205
Agregado Grueso	1002
Agregado Fino	762
Aire	2%
PUC	2336

Fuente: Propia.

Según las pruebas de desempeño de las mezclas de concreto realizadas previamente, se determinó emplear la siguiente dosificación:

Tabla 43.

Proporción de materiales con cemento Mochica MS

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento Mochica MS	394
Agua	214
Agregado Grueso	817
Agregado Fino	873
Aire	-
PUC	2298

Fuente: Propia.

DISEÑO DE MEZCLA (MOCHICA ICo)

- **Estimación del contenido de agregado fino**

Tabla 44.

Estimación del contenido de agregado fino

Peso Seco (kg/m³)			
Cemento	367	367/2950	0.1244
Agua	205	205/1000	0.2050
Agregado Grueso	992	992/2700	0.3674
Agregado Fino	753	0.2832*2660	0.2832
Aire	2%	2/100	0.0200
PUC	2317		1.0000

Fuente: Propia.

- **Ajustes por humedad de los agregados**

$$Phum = Ps (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%hum (AG \text{ Ó } AF)}{100}\right)$$

$$Phum(AG) = 992 * \left(1 + \frac{0.4}{100}\right) = 995.97 \approx 996 \text{ kg/m}^3$$

$$Phum(AF) = 753 * \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 756.77 \approx 757 \text{ kg/m}^3$$

- *Aportes de agua*

$$AP = Ps (AG \text{ Ó } AF) * \left(\frac{\%hum - \%abs}{100}\right)$$

$$AP(AG) = 992 * \left(\frac{0.4 - 1.0}{100} \right) = -5.95 \text{ L/m}^3$$

$$AP(AF) = 753 * \left(\frac{0.5 - 1.1}{100} \right) = -4.52 \text{ L/m}^3$$

- *Agua efectiva*

$$AEF = A. \text{ estimada} - (\sum AP (AG \text{ ó } AF))$$

$$AEF = 205 - (-5.95 - 4.52) = 215.47 \approx 215 \text{ L/m}^3$$

Tabla 45.

Proporción de materiales por peso húmedo

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	215
Agregado Grueso	996
Agregado Fino	757
Aire	2%
PUC	2335

Fuente: Propia.

- **Ajustes por absorción de los agregados**

$$P_{sss} = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%abs (AG \text{ Ó } AF)}{100} \right)$$

$$P_{sss} (AG) = 992 * \left(1 + \frac{1.0}{100} \right) = 1001.92 \text{ kg/m}^3 \approx 1002 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{sss} (AF) = 753 * \left(1 + \frac{1.1}{100} \right) = 761.25 \text{ kg/m}^3 \approx 761 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 46.

Proporción de materiales por peso SSS

PSSS (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	205
Agregado Grueso	1002
Agregado Fino	761
Aire	2%
PUC	2335

Fuente: Propia.

Según las pruebas de desempeño de las mezclas de concreto realizadas previamente, se determinó emplear la siguiente dosificación:

Tabla 47.

Proporción de materiales con cemento Mochica ICo

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento Mochica ICo	394
Agua	214
Agregado Grueso	817
Agregado Fino	872
Aire	-
PUC	2297

Fuente: Propia.

DISEÑO DE MEZCLA (INKA HS)

- **Estimación del contenido de agregado fino**

Tabla 48.

Estimación del contenido de agregado fino

Peso Seco (kg/m³)			
Cemento	367	367/3050	0.1203
Agua	205	205/1000	0.2050
Agregado Grueso	992	992/2700	0.3674

Agregado Fino	764	0.2873*2660	0.2873
Aire	2%	2/100	0.0200
PUC	2328		1.0000

Fuente: Propia.

- **Ajustes por humedad de los agregados**

$$Phum = Ps (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%hum (AG \text{ Ó } AF)}{100}\right)$$

$$Phum(AG) = 992 * \left(1 + \frac{0.4}{100}\right) = 995.97 \approx 996 \text{ kg/m}^3$$

$$Phum(AF) = 764 * \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 767.82 \approx 768 \text{ kg/m}^3$$

- *Aportes de agua*

$$AP = Ps (AG \text{ Ó } AF) * \left(\frac{\%hum - \%abs}{100}\right)$$

$$AP(AG) = 992 * \left(\frac{0.4 - 1.0}{100}\right) = -5.95 \text{ L/m}^3$$

$$AP(AF) = 764 * \left(\frac{0.5 - 1.1}{100}\right) = -4.58$$

- *Agua efectiva*

$$AEF = A. estimada - (\sum AP (AG \text{ ó } AF))$$

$$AEF = 205 - (-5.95 - 4.58) = 215.53 \approx 216 \text{ L/m}^3$$

Tabla 49.

Proporción de materiales por peso húmedo

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	216
Agregado Grueso	996
Agregado Fino	768
Aire	2%
PUC	2347

Fuente: Propia.

- **Ajustes por absorción de los agregados**

$$P_{SSS} = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%abs (AG \text{ Ó } AF)}{100}\right)$$

$$P_{SSS} (AG) = 992 * \left(1 + \frac{1.0}{100}\right) = 1001.92 \text{ kg/m}^3 \approx 1002 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{SSS} (AF) = 764 * \left(1 + \frac{1.1}{100}\right) = 772.40 \text{ kg/m}^3 \approx 772 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 50.

Proporción de materiales por peso SSS

PSSS (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	205
Agregado Grueso	1002
Agregado Fino	772
Aire	2%
PUC	2346

Fuente: Propia.

Según las pruebas de desempeño de las mezclas de concreto realizadas previamente, se determinó emplear la siguiente dosificación:

Tabla 51.

Proporción de materiales con cemento Inka HS

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento Inka HS	394
Agua	214
Agregado Grueso	817
Agregado Fino	872
Aire	-
PUC	2297

Fuente: Propia.

DISEÑO DE MEZCLA (INKA ICo)

- **Estimación del contenido de agregado fino**

Tabla 52.

Estimación del contenido de agregado fino

	Peso Seco (kg/m ³)		
Cemento	367	367/3080	0.1192
Agua	205	205/1000	0.2050
Agregado Grueso	992	992/2700	0.3674
Agregado Fino	767	0.2884*2660	0.2884
Aire	2%	2/100	0.0200
PUC	2331		1.0000

Fuente: Propia.

- **Ajustes por humedad de los agregados**

$$Phum = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%hum (AG \text{ Ó } AF)}{100}\right)$$

$$Phum(AG) = 992 * \left(1 + \frac{0.4}{100}\right) = 995.97 \approx 996 \text{ kg/m}^3$$

$$Phum(AF) = 767 * \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 770.84 \approx 771 \text{ kg/m}^3$$

- *Aportes de agua*

$$AP = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(\frac{\%hum - \%abs}{100}\right)$$

$$AP(AG) = 992 * \left(\frac{0.4 - 1.0}{100}\right) = -5.95 \text{ L/m}^3$$

$$AP(AF) = 767 * \left(\frac{0.5 - 1.1}{100}\right) = -4.60$$

- *Agua efectiva*

$$AEF = A. estimada - (\sum AP (AG \text{ ó } AF))$$

$$AEF = 205 - (-5.95 - 4.60) = 215.55 \approx 216 \text{ L/m}^3$$

Tabla 53.

Proporción de materiales por peso húmedo

Peso Húmedo (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	216
Agregado Grueso	996
Agregado Fino	771
Aire	2%
PUC	2350

Fuente: Propia.

- **Ajustes por absorción de los agregados**

$$P_{SSS} = P_s (AG \text{ Ó } AF) * \left(1 + \frac{\%abs (AG \text{ Ó } AF)}{100}\right)$$

$$P_{SSS} (AG) = 992 * \left(1 + \frac{1.0}{100}\right) = 1001.92 \text{ kg/m}^3 \approx 1002 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{SSS} (AF) = 767 * \left(1 + \frac{1.1}{100}\right) = 775.44 \text{ kg/m}^3 \approx 775 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 54.

Proporción de materiales por peso SSS

PSSS (kg/m³)	
Cemento	367
Agua	205
Agregado Grueso	1002
Agregado Fino	775
Aire	2%
PUC	2349

Fuente: Propia.

Según las pruebas de desempeño de las mezclas de concreto realizadas previamente, se determinó emplear la siguiente dosificación:

Tabla 55.

Proporción de materiales con cemento Inka ICo

Peso Húmedo (kg/cm²)	
Cemento Inka ICo	394
Agua	214
Agregado Grueso	824
Agregado Fino	880
Aire	-
PUC	2312

Fuente: Propia.

2.7.4. Asentamiento

Se realizó el ensayo de asentamiento del concreto siguiendo la normativa NTP. 339.035 y se muestran los resultados en la tabla N° 83, donde, se conoce la trabajabilidad que ofrece cada concreto elaborado con diferentes tipos de cemento, pudiendo contrastar además si el slump real cumple con el proyectado.

2.7.5. Peso unitario

Se realizó el ensayo de peso unitario siguiendo la norma NTP. 339.046, y los resultados se muestran en la tabla N° 85, donde se conoció la densidad total, después de dividir la masa en un determinado nivel de consolidación, además del volumen que éste ocupa.

2.7.6. Contenido de aire

Bajo la misma norma que la del peso unitario, se calculó el contenido de aire por el método gravimétrico siguiendo la fórmula mencionada en el capítulo de procedimiento, para cada tipo de concreto elaborado con diferentes tipos de cemento, tal y como se muestra a continuación:

Tabla 56.

Datos para hallar el contenido de aire (método gravimétrico)

Cód. Muestra	Descripción Muestra	T (Densidad teórica) (kg/m³)	D (Densidad real) (kg/m³)	Cont. de aire (%)
C210MSP	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² MS (Pacasmayo)	2372	2302	3.0
C210ICoP	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² ICo (Pacasmayo)	2362	2296	2.9
C210MSM	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² MS (Mochica)	2349	2298	2.2
C210ICoM	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² ICo (Mochica)	2367	2297	3.0
C210HSI	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² HS (Inka)	2302	2309	0.3
C210ICoI	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² ICo (Inka)	2373	2312	2.6

Fuente: Propia.

2.7.7. Resistencia a la compresión

Siguiendo la norma NTP. 339. 034, se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión a cada una de las probetas cilíndricas de concreto elaboradas con distintos tipos de cemento, después de haber sido curadas de manera estándar a edades de 3, 7 y 28 días; conociendo su carga de rotura, donde después de dividirla entre el área de contacto se conoció la resistencia a la compresión alcanzada para cada diseño.

Tabla 57.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo MS curadas a 3 días

Resistencia a la Compresión - 3 días				
Cemento Tipo MS - PACASMAYO				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f_c (kg/cm²)
C210MSP3 – 01	10.1	80.12	14405	180
C210MSP3 – 02	10.1	80.12	13695	171
C210MSP3 – 03	10.1	80.12	14514	181
f _c promedio:				177

Fuente: Propia.

Tabla 58.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo ICo curadas a 3 días

Resistencia a la Compresión - 3 días				
Cemento Tipo ICo - PACASMAYO				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f_c (kg/cm²)
C210IC0P3 – 01	10.1	80.12	15075	188
C210IC0P3 – 02	10.1	80.12	14574	182
C210IC0P3 – 03	10.1	80.12	14089	176
f _c promedio:				182

Fuente: Propia.

Tabla 59.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica MS curadas a 3 días

Resistencia a la Compresión - 3 días				
Cemento Tipo MS - MOCHICA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f^c (kg/cm²)
C210MSM3 – 01	10.1	80.12	17095	213
C210MSM3 – 02	10.1	80.12	16970	212
C210MSM3 – 03	10.1	80.12	16389	205
f ^c promedio:				210

Fuente: Propia.

Tabla 60.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica ICo curadas a 3 días

Resistencia a la Compresión - 3 días				
Cemento Tipo ICo - MOCHICA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f^c (kg/cm²)
C210ICOM3 – 01	10.1	80.12	14383	180
C210ICOM3 – 02	10.1	80.12	13567	169
C210ICOM3 – 03	10.1	80.12	14992	187
f ^c promedio:				179

Fuente: Propia.

Tabla 61.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka HS curadas a 3 días

Resistencia a la Compresión - 3 días				
Cemento Tipo HS - INKA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f^c (kg/cm²)
C210HSI3 – 01	10.1	80.12	13847	173
C210HSI3 – 02	10.1	80.12	13194	165
C210HSI3 – 03	10.1	80.12	14094	176
f ^c promedio:				171

Fuente: Propia.

Tabla 62.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka ICo curadas a 3 días

Resistencia a la Compresión - 3 días				
Cemento Tipo ICo - INKA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f^c (kg/cm²)
C210IC0I3 – 01	10.1	80.12	14717	184
C210IC0I3 – 02	10.1	80.12	15578	194
C210IC0I3 – 03	10.1	80.12	15208	190
f ^c promedio:				189

Fuente: Propia.

Tabla 63.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo MS curadas a 7 días

Resistencia a la Compresión - 7 días				
Cemento Tipo MS - PACASMAYO				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f^c (kg/cm²)
C210MSP7 – 01	10.1	80.12	20807	260
C210MSP7 – 02	10.1	80.12	20445	255
C210MSP7 – 03	10.1	80.12	19745	246
f ^c promedio:				254

Fuente: Propia.

Tabla 64.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo ICo curadas a 7 días

Resistencia a la Compresión - 7 días				
Cemento Tipo ICo - PACASMAYO				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f^c (kg/cm²)
C210IC0P7 – 01	10.1	80.12	18682	233
C210IC0P7 – 02	10.1	80.12	18961	237
C210IC0P7 – 03	10.1	80.12	18094	226
f ^c promedio:				232

Fuente: Propia.

Tabla 65.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica MS curadas a 7 días

Resistencia a la Compresión - 7 días				
Cemento Tipo MS - MOCHICA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f'c (kg/cm²)
C210MSM7 – 01	10.1	80.12	22624	282
C210MSM7 – 02	10.1	80.12	23073	288
C210MSM7 – 03	10.1	80.12	22192	277
f'c promedio:				282

Fuente: Propia.

Tabla 66.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica ICo curadas a 7 días

Resistencia a la Compresión - 7 días				
Cemento Tipo ICo - MOCHICA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f'c (kg/cm²)
C210IC0M7 – 01	10.1	80.12	18573	232
C210IC0M7 – 02	10.1	80.12	18911	236
C210IC0M7 – 03	10.1	80.12	19040	238
f'c promedio:				235

Fuente: Propia.

Tabla 67.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka HS curadas a 7 días

Resistencia a la Compresión - 7 días				
Cemento Tipo HS - INKA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f^c (kg/cm²)
C210HSI7 – 01	10.1	80.12	19762	247
C210HSI7 – 02	10.1	80.12	19301	241
C210HSI7 – 03	10.1	80.12	20031	250
f ^c promedio:				246

Fuente: Propia.

Tabla 68.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka ICo curadas a 7 días

Resistencia a la Compresión - 7 días				
Cemento Tipo ICo - INKA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f^c (kg/cm²)
C210IC0I7 – 01	10.1	80.12	20064	250
C210IC0I7– 02	10.1	80.12	20127	251
C210IC0I7– 03	10.1	80.12	20473	256
f ^c promedio:				252

Fuente: Propia.

Tabla 69.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo MS curadas a 28 días

Resistencia a la Compresión - 28 días				
Cemento Tipo MS- PACASMAYO				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f'c (kg/cm²)
C210MSP28 – 01	10.1	80.12	29681	370
C210MSP28 – 02	10.1	80.12	28209	352
C210MSP28 – 03	10.1	80.12	28849	360
C210MSP28 – 04	10.1	80.12	29077	363
C210MSP28 – 05	10.1	80.12	28887	361
C210MSP28 – 06	10.1	80.12	29117	363
f'c promedio:				362

Fuente: Propia.

Tabla 70.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Pacasmayo ICo curadas a 28 días

Resistencia a la Compresión - 28 días				
Cemento Tipo ICo- PACASMAYO				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f'c (kg/cm²)
C210IC0P28 – 01	10.1	80.12	25715	321
C210IC0P28 – 02	10.1	80.12	24440	305
C210IC0P28 – 03	10.1	80.12	23495	293
C210IC0P28 – 04	10.1	80.12	24601	307
C210IC0P28 – 05	10.1	80.12	24439	305
C210IC0P28 – 06	10.1	80.12	23484	293
f'c promedio:				304

Fuente: Propia.

Tabla 71.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica MS curadas a 28 días

Resistencia a la Compresión - 28 días				
Cemento Tipo MS - MOCHICA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f_c (kg/cm²)
C210MSM28 – 01	10.1	80.12	32976	412
C210MSM28 – 02	10.1	80.12	30942	386
C210MSM28 – 03	10.1	80.12	31844	397
C210MSM28 – 04	10.1	80.12	30198	377
C210MSM28 – 05	10.1	80.12	31104	388
C210MSM28 – 06	10.1	80.12	32763	409
f _c promedio:				395

Fuente: Propia.

Tabla 72.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Mochica ICo curadas a 28 días

Resistencia a la Compresión - 28 días				
Cemento Tipo ICo - MOCHICA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f_c (kg/cm²)
C210IC0M28 – 01	10.1	80.12	26082	326
C210IC0M28 – 02	10.1	80.12	25936	324
C210IC0M28 – 03	10.1	80.12	26252	328
C210IC0M28 – 04	10.1	80.12	26040	325
C210IC0M28 – 05	10.1	80.12	25469	318
C210IC0M28 – 06	10.1	80.12	25230	315
f _c promedio:				322

Fuente: Propia.

Tabla 73.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka HS curadas a 28 días

Resistencia a la Compresión - 28 días				
Cemento Tipo HS - INKA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f_c (kg/cm²)
C210HSI28 – 01	10.1	80.12	28779	359
C210HSI28 – 02	10.1	80.12	27181	339
C210HSI28 – 03	10.1	80.12	28939	361
C210HSI28 – 04	10.1	80.12	28339	354
C210HSI28 – 05	10.1	80.12	28026	350
C210HSI28 – 06	10.1	80.12	28018	350
f _c promedio:				352

Fuente: Propia.

Tabla 74.

Resistencia a la compresión de probetas con cemento Inka ICo curadas a 28 días

Resistencia a la Compresión - 28 días				
Cemento Tipo ICo - INKA				
Código Muestra	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm²)	Carga de rotura (kg)	f_c (kg/cm²)
C210IC0I28 – 01	10.1	80.12	25629	320
C210IC0I28 – 02	10.1	80.12	27366	342
C210IC0I28 – 03	10.1	80.12	27038	337
C210IC0I28 – 04	10.1	80.12	25744	321
C210IC0I28 – 05	10.1	80.12	25430	317
C210IC0I28 – 06	10.1	80.12	26869	335
f _c promedio:				329

Fuente: Propia.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de agregados

Tabla 75.

Caracterización del agregado fino

AGREGADO FINO (ARENA ZARANDEADA)			
Ensayo	U.M.	Norma	Resultado
Contenido de humedad	%	NTP 339.185	0.5
Peso específico	gr/cm ³	NTP 400.022	2.66
Absorción	%	NTP 400.022	1.1
Peso unitario suelto	kg/m ³	NTP 400.017	1665
Peso unitario compactado	kg/m ³	NTP 400.017	1817
Material pasante malla # 200	%	NTP 400.018	4.2
Módulo de finura	-		2.67

Se encontró cada propiedad del agregado fino, el cual fue una arena zarandeada, mostrando los valores de sus resultados después de haber seguido la normativa correspondiente a cada uno de ellos; los mismos que servirán para realizar el diseño de mezcla.

Tabla 76.

Caracterización del agregado grueso

AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA HUSO 67)			
Ensayo	U.M.	Norma	Resultado
Contenido de humedad	%	NTP 339.185	0.4
Peso específico	gr/cm ³	NTP 400.021	2.7
Absorción	%	NTP 400.021	1.0
Peso unitario suelto	kg/m ³	NTP 400.017	1392
Peso unitario compactado	kg/m ³	NTP 400.017	1567
Material pasante malla # 200	%	NTP 400.018	0.3
Módulo de finura	-		6.80

Se encontró cada propiedad del agregado grueso, el cual fue piedra zarandeada de Huso 67, mostrando los valores de sus resultados después de haber seguido la normativa correspondiente a cada uno de ellos; los mismos que servirán para realizar el diseño de mezcla.

3.2. Diseño de mezcla para cada tipo de cemento con $f'c=210$ kg/cm² y 3''-4'' de asentamiento teórico

Tabla 77.

Diseño de mezcla para el concreto con cemento Pacasmayo MS

Material	Peso (kg/m³)	Tanda 30L (kg)
Cemento Pacasmayo MS	394	11.82
Agua	214	6.42
Agregado Grueso	819	24.57
Agregado Fino	875	26.25
TOTAL	2302	69.06

Después de realizar el diseño de mezcla por el método ACI 211, se muestran los pesos a emplear por cada material de la mezcla proyectados para una tanda de 30L, considerando el uso de cemento Pacasmayo MS.

Tabla 78.

Diseño de mezcla para el concreto con cemento Pacasmayo ICo

Material	Peso (kg/m³)	Tanda 30L (kg)
Cemento Pacasmayo ICo	394	11.82
Agua	214	6.42
Agregado Grueso	816	24.48
Agregado Fino	872	26.16
TOTAL	2296	68.88

Después de realizar el diseño de mezcla por el método ACI 211, se muestran los pesos a emplear por cada material de la mezcla proyectados para una tanda de 30L, considerando el uso de cemento Pacasmayo ICo.

Tabla 79.

Diseño de mezcla para el concreto con cemento Mochica MS

Material	Peso (kg/m³)	Tanda 30L (kg)
Cemento Mochica MS	394	11.82
Agua	214	6.42
Agregado Grueso	817	24.52
Agregado Fino	873	26.19
TOTAL	2298	68.95

Después de realizar el diseño de mezcla por el método ACI 211, se muestran los pesos a emplear por cada material de la mezcla proyectados para una tanda de 30L, considerando el uso de cemento Mochica MS.

Tabla 80.

Diseño de mezcla para el concreto con cemento Mochica ICo

Material	Peso (kg/m³)	Tanda 30L (kg)
Cemento Mochica ICo	394	11.82
Agua	214	6.42
Agregado Grueso	817	24.50
Agregado Fino	872	26.17
TOTAL	2297	68.91

Después de realizar el diseño de mezcla por el método ACI 211, se muestran los pesos a emplear por cada material de la mezcla proyectados para una tanda de 30L, considerando el uso de cemento Mochica ICo.

Tabla 81.

Diseño de mezcla para el concreto con cemento Inka HS

Material	Peso (kg/m³)	Tanda 30L (kg)
Cemento Inka HS	394	11.82
Agua	214	6.42
Agregado Grueso	822	24.67
Agregado Fino	879	26.36
TOTAL	2309	69.27

Después de realizar el diseño de mezcla por el método ACI 211, se muestran los pesos a emplear por cada material de la mezcla proyectados para una tanda de 30L, considerando el uso de cemento Inka HS.

Tabla 82.

Diseño de mezcla para el concreto con cemento Inka ICo

Material	Peso (kg/m³)	Tanda 30L (kg)
Cemento Inka ICo	394	11.82
Agua	214	6.42
Agregado Grueso	824	24.72
Agregado Fino	880	26.41
TOTAL	2312	69.37

Después de realizar el diseño de mezcla por el método ACI 211, se muestran los pesos a emplear por cada material de la mezcla proyectados para una tanda de 30L, considerando el uso de cemento Inka ICo.

3.3. Asentamiento real del concreto

Tabla 83.

Asentamiento real del concreto para cada tipo de cemento según la NTP.339.035

Código Muestra	Descripción Muestra	f^c (kg/cm²)	Slump (plg)
C210MSP	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² MS (Pacasmayo)	210	6
C210IC0P	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² ICo (Pacasmayo)	210	6 1/2
C210MSM	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² MS (Mochica)	210	6 1/4
C210IC0M	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² ICo (Mochica)	210	6 3/4
C210HSI	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² HS (Inka)	210	7
C210IC0I	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² ICo (Inka)	210	7 1/2

Se muestran los resultados del asentamiento real para cada tipo de concreto elaborado, observando valores cercanos entre sí, dentro del rango de 6'' a 7 1/2''.

3.4. Pérdida de trabajabilidad del concreto

Tabla 84.

Pérdida de trabajabilidad del concreto en evaluación para cada tipo de cemento en tiempos de 0 minutos, 30 minutos y 60 minutos, según la NTP.339.035

Código Muestra	Descripción Muestra	f^c (kg/cm²)	Slump (plg)		
			0 min	30 min	60 min
C210MSP	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² MS (Pacasmayo)	210	6	3	1 1/2
C210IC0P	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² ICo (Pacasmayo)	210	6 1/2	2 1/2	1/2
C210MSM	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² MS (Mochica)	210	6 1/4	2	3/4
C210IC0M	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² ICo (Mochica)	210	6 3/4	3 1/2	1/2
C210HSI	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² HS (Inka)	210	7	5 1/2	1
C210IC0I	Concreto f ^c = 210 kg/cm ² ICo (Inka)	210	7 1/2	5 3/4	1 1/2

Se muestran los asentamientos de cada tipo de concreto y como es que varían en tiempos de 30 y 60 minutos, los mismos que representan la trabajabilidad que tendrán durante su manipulación, observando como concreto más trabajable en el lapso de 60 minutos al elaborado con cemento Pacasmayo MS e Inka ICo, y al menos trabajable al elaborado con cemento Mochica ICo y Pacasmayo ICo.

3.5. Peso unitario del concreto

Tabla 85.

Peso unitario del concreto para cada tipo de cemento, según la NTP.339.046

Código Muestra	Descripción Muestra	P.U.C. (kg/m³)
C210MSP	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² MS (Pacasmayo)	2372
C210IC0P	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² ICo (Pacasmayo)	2362
C210MSM	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² MS (Mochica)	2349
C210IC0M	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² ICo (Mochica)	2367
C210HSI	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² HS (Inka)	2302
C210IC0I	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² ICo (Inka)	2373

Se muestran los valores de peso unitario para cada tipo de concreto, luego de realizar el ensayo normado por la NTP.339.046, observando como concreto más compacto al elaborado con cemento Pacasmayo MS y como menos compacto al elaborado con cemento Inka HS.

3.6. Contenido de aire del concreto

Tabla 86.

Contenido de aire del concreto para cada tipo de cemento, según la NTP.339.046

Código Muestra	Descripción Muestra	Contenido de aire (%)
C210MSP	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² MS (Pacasmayo)	3.0
C210IC0P	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² ICo (Pacasmayo)	2.9
C210MSM	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² MS (Mochica)	2.2
C210IC0M	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² ICo (Mochica)	3.0
C210HSI	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² HS (Inka)	0.3
C210IC0I	Concreto $f'c = 210$ kg/cm ² ICo (Inka)	2.6

Se muestran los valores del contenido de aire obtenido de cada tipo de concreto, observando al concreto con más contenido de vacíos a los elaborados con cemento Pacasmayo MS y Mochica ICo, lo que los convierte teóricamente en los concretos menos resistentes; por otro lado, el concreto elaborado con cemento Inka HS obtuvo menos y mínima cantidad de vacíos, convirtiéndose teóricamente en el concreto más resistente.

3.7. Resistencia a la compresión del concreto

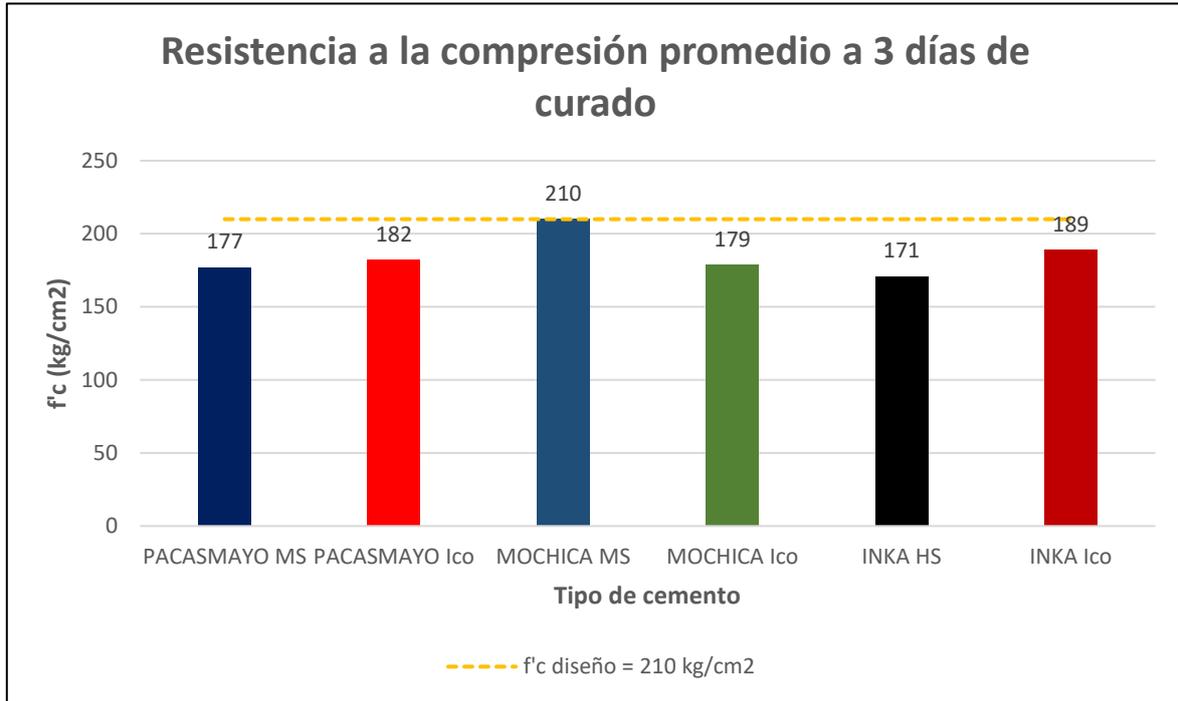


Figura 4. Resistencias a la Compresión Promedio (3 días)

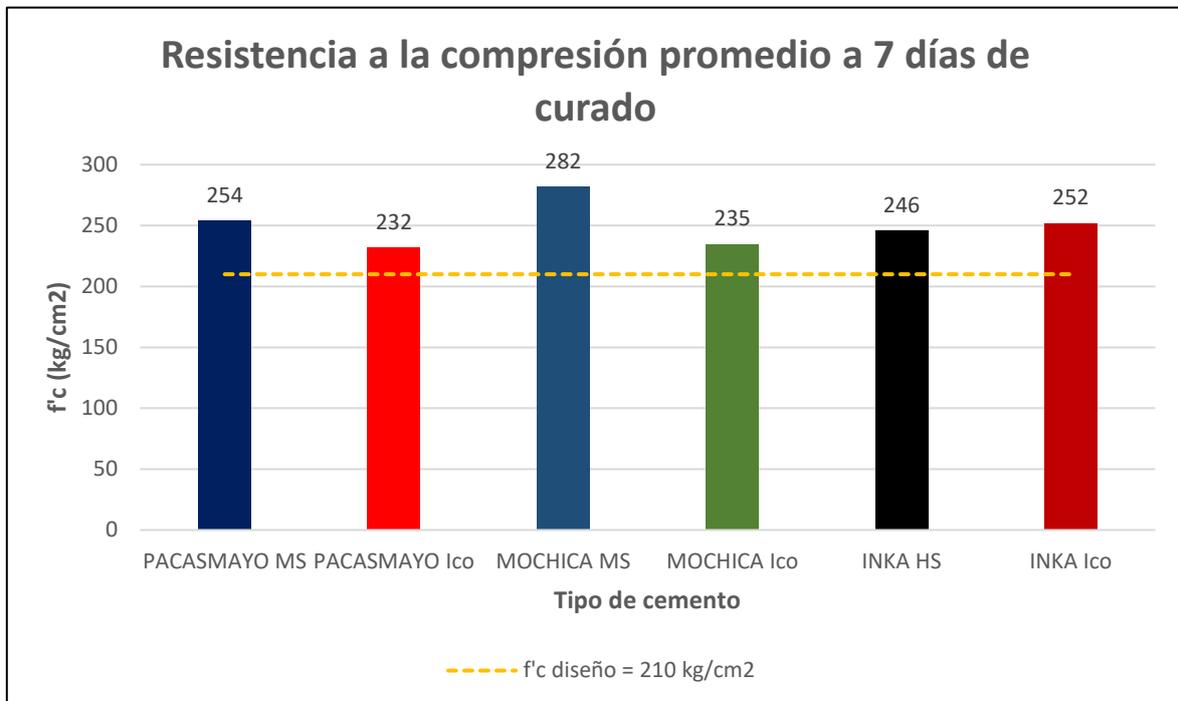


Figura 5. Resistencias a la Compresión Promedio (7 días)

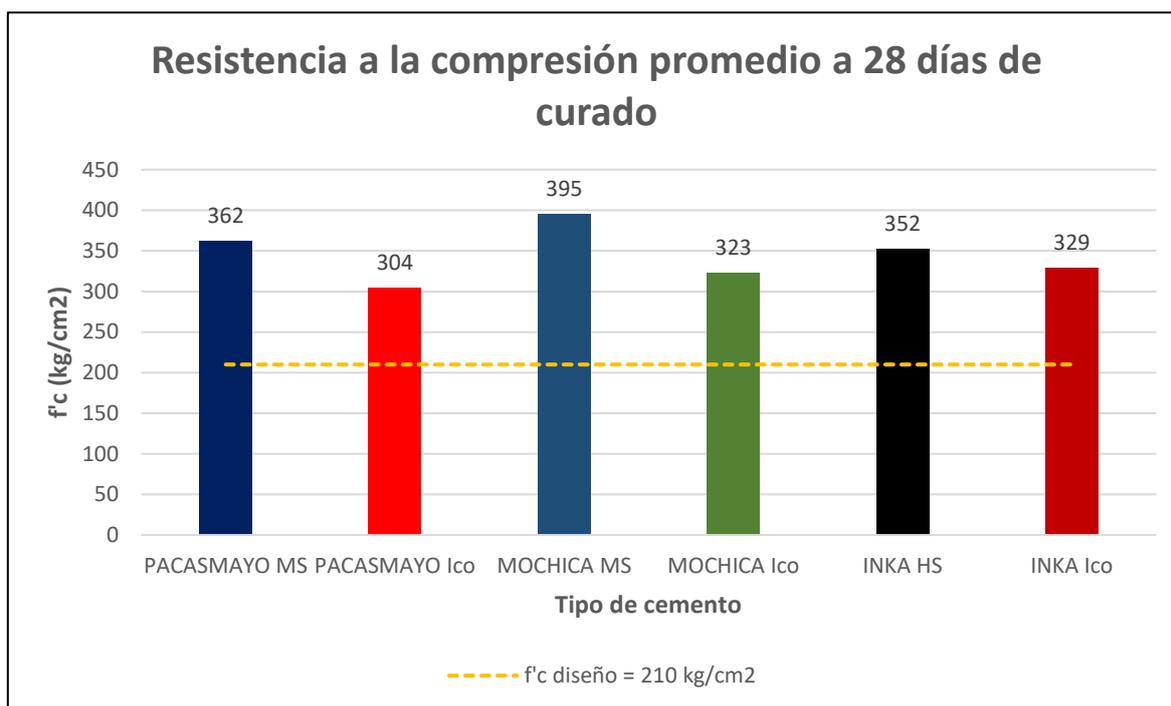


Figura 6. Resistencias a la Compresión Promedio (28 días)

3.8. Prueba de hipótesis

3.8.1. Análisis de distribución normal

Tabla 87.

Prueba de normalidad a los 3 días de curado

Prueba de normalidad			
Tipo de cemento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl.	Sig.
MS-Pacasmayo	.824	3	.174
ICo-Pacasmayo	1.000	3	1.000
MS-Mochica	.842	3	.220
ICo-Mochica	.984	3	.756
HS-Inka	.936	3	.510
ICo-Inka	.987	3	.780

Se observa que, a 3 días de curado, los resultados de resistencia a la compresión del concreto tienen una significancia mayor del 5%; lo que significa que la muestra sigue una distribución normal, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 88.

Prueba de normalidad a los 7 días de curado

Prueba de normalidad			
Tipo de cemento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl.	Sig.
MS-Pacasmayo	.974	3	.688
ICo-Pacasmayo	.976	3	.702
MS-Mochica	.997	3	.900
ICo-Mochica	.964	3	.637
HS-Inka	.964	3	.637
ICo-Inka	.871	3	.298

Se observa que, a 7 días de curado, los resultados de resistencia a la compresión del concreto tienen una significancia mayor del 5%; lo que significa que la muestra sigue una distribución normal, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 89.

Prueba de normalidad a los 28 días de curado

Prueba de normalidad			
Tipo de cemento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl.	Sig.
MS-Pacasmayo	.935	6	.623
ICo-Pacasmayo	.888	6	.306
MS-Mochica	.939	6	.651
ICo-Mochica	.898	6	.362
HS-Inka	.932	6	.599
ICo-Inka	.875	6	.246

Se observa que, a 28 días de curado, los resultados de resistencia a la compresión del concreto tienen una significancia mayor del 5%; lo que significa que la muestra sigue una distribución normal, por lo que se acepta la hipótesis nula.

3.8.2. Análisis de varianza

Tabla 90.

Análisis de varianza a 3 días de curado

ANOVA de un factor a 3 días de curado					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2814.444	5	562.889	14.988	.000
Intra-grupos	450.667	12	37.556		
Total	3265.111	17			

Se observa que, a 3 días de curado, los resultados de resistencia a la compresión del concreto para la prueba de Anova tienen una significancia menor del 5%; lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que dice que el tipo de cemento influye significativamente en el asentamiento, trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional.

Tabla 91.

Análisis de varianza a 7 días de curado

ANOVA de un factor a 7 días de curado					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4856.944	5	971.389	38.260	.000
Intra-grupos	304.667	12	25.389		
Total	5161.611	17			

Se observa que, a 7 días de curado, los resultados de resistencia a la compresión del concreto para la prueba de Anova tienen una significancia menor del 5%; lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que dice que el tipo de cemento influye significativamente en el asentamiento, trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional.

Tabla 92.

Análisis de varianza a 28 días de curado

ANOVA de un factor a 28 días de curado					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	31483.139	5	6296.628	71.287	.000
Intra-grupos	2649.833	30	88.328		

Total	34132.972	35
-------	-----------	----

Se observa que, a 28 días de curado, los resultados de resistencia a la compresión del concreto para la prueba de Anova tienen una significancia menor del 5%; lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que dice que el tipo de cemento influye significativamente en el asentamiento, trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional.

3.8.3. Análisis posprueba

Tabla 93.

Análisis posprueba a 3 días de curado

Comparaciones múltiples a 3 días de curado						
HSD de Tukey						
(I) Tipo de cemento		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MS-Pacasmayo	ICo-Pacasmayo	-4.66667	5.00370	.930	-21.4737	12.1404
	MS-Mochica	-32,66667*	5.00370	.000	-49.4737	-15.8596
	ICo-Mochica	-1.33333	5.00370	1.000	-18.1404	15.4737
	HS-Inka	6.00000	5.00370	.829	-10.8070	22.8070
	ICo-Inka	-12.00000	5.00370	.231	-28.8070	4.8070
ICo-Pacasmayo	MS-Pacasmayo	4.66667	5.00370	.930	-12.1404	21.4737
	MS-Mochica	-28,00000*	5.00370	.001	-44.8070	-11.1930
	ICo-Mochica	3.33333	5.00370	.983	-13.4737	20.1404
	HS-Inka	10.66667	5.00370	.334	-6.1404	27.4737
	ICo-Inka	-7.33333	5.00370	.690	-24.1404	9.4737
MS-Mochica	MS-Pacasmayo	32,66667*	5.00370	.000	15.8596	49.4737
	ICo-Pacasmayo	28,00000*	5.00370	.001	11.1930	44.8070
	ICo-Mochica	31,33333*	5.00370	.000	14.5263	48.1404
	HS-Inka	38,66667*	5.00370	.000	21.8596	55.4737
	ICo-Inka	20,66667*	5.00370	.014	3.8596	37.4737
ICo-Mochica	MS-Pacasmayo	1.33333	5.00370	1.000	-15.4737	18.1404
	ICo-Pacasmayo	-3.33333	5.00370	.983	-20.1404	13.4737
	MS-Mochica	-31,33333*	5.00370	.000	-48.1404	-14.5263

	HS-Inka	7.33333	5.00370	.690	-9.4737	24.1404
	ICo-Inka	-10.66667	5.00370	.334	-27.4737	6.1404
	MS-Pacasmayo	-6.00000	5.00370	.829	-22.8070	10.8070
	ICo-Pacasmayo	-10.66667	5.00370	.334	-27.4737	6.1404
HS-Inka	MS-Mochica	-38,66667*	5.00370	.000	-55.4737	-21.8596
	ICo-Mochica	-7.33333	5.00370	.690	-24.1404	9.4737
	ICo-Inka	-18,00000*	5.00370	.033	-34.8070	-1.1930
	MS-Pacasmayo	12.00000	5.00370	.231	-4.8070	28.8070
	ICo-Pacasmayo	7.33333	5.00370	.690	-9.4737	24.1404
ICo-Inka	MS-Mochica	-20,66667*	5.00370	.014	-37.4737	-3.8596
	ICo-Mochica	10.66667	5.00370	.334	-6.1404	27.4737
	HS-Inka	18,00000*	5.00370	.033	1.1930	34.8070

Fuente: Propia.

Tabla 94.

Resistencias promedio a la compresión del concreto, curado a 3 días

Resistencia a la compresión del concreto a los 3 días de curado				
HSD de Tukey^a				
Tipo de cemento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
HS-Inka	3	171.333		
MS-Pacasmayo	3	177.333	177.333	
ICo-Mochica	3	178.667	178.667	
ICo-Pacasmayo	3	182.000	182.000	
ICo-Inka	3		189.333	
MS-Mochica	3			210.000
Sig.		0.3340	0.2306	1.0000

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

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Se observa, mediante los resultados de resistencia a la compresión del concreto, que la mayor influencia significativa, a la edad de 3 días de curado, se obtiene con el cemento Mochica tipo MS.

Tabla 95.

Análisis posprueba a 7 días de curado

Comparaciones múltiples a 7 días de curado						
HSD de Tukey						
(I) Tipo de cemento		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MS-Pacasmayo	ICo-Pacasmayo	21,66667*	4.11411	.002	7.8477	35.4856
	MS-Mochica	-28,66667*	4.11411	.000	-42.4856	-14.8477
	ICo-Mochica	18,33333*	4.11411	.008	4.5144	32.1523
	HS-Inka	7.66667	4.11411	.466	-6.1523	21.4856
	ICo-Inka	1.33333	4.11411	.999	-12.4856	15.1523
ICo-Pacasmayo	MS-Pacasmayo	-21,66667*	4.11411	.002	-35.4856	-7.8477
	MS-Mochica	-50,33333*	4.11411	.000	-64.1523	-36.5144
	ICo-Mochica	-3.33333	4.11411	.960	-17.1523	10.4856
	HS-Inka	-14,00000*	4.11411	.046	-27.8190	-.1810
	ICo-Inka	-20,33333*	4.11411	.004	-34.1523	-6.5144
MS-Mochica	MS-Pacasmayo	28,66667*	4.11411	.000	14.8477	42.4856
	ICo-Pacasmayo	50,33333*	4.11411	.000	36.5144	64.1523
	ICo-Mochica	47,00000*	4.11411	.000	33.1810	60.8190
	HS-Inka	36,33333*	4.11411	.000	22.5144	50.1523
	ICo-Inka	30,00000*	4.11411	.000	16.1810	43.8190
ICo-Mochica	MS-Pacasmayo	-18,33333*	4.11411	.008	-32.1523	-4.5144
	ICo-Pacasmayo	3.33333	4.11411	.960	-10.4856	17.1523
	MS-Mochica	-47,00000*	4.11411	.000	-60.8190	-33.1810
	HS-Inka	-10.66667	4.11411	.173	-24.4856	3.1523
	ICo-Inka	-17,00000*	4.11411	.014	-30.8190	-3.1810
HS-Inka	MS-Pacasmayo	-7.66667	4.11411	.466	-21.4856	6.1523
	ICo-Pacasmayo	14,00000*	4.11411	.046	.1810	27.8190
	MS-Mochica	-36,33333*	4.11411	.000	-50.1523	-22.5144
	ICo-Mochica	10.66667	4.11411	.173	-3.1523	24.4856
	ICo-Inka	-6.33333	4.11411	.648	-20.1523	7.4856

	MS-Pacasmayo	-1.33333	4.11411	.999	-15.1523	12.4856
	ICo-Pacasmayo	20,33333*	4.11411	.004	6.5144	34.1523
ICo-Inka	MS-Mochica	-30,00000*	4.11411	.000	-43.8190	-16.1810
	ICo-Mochica	17,00000*	4.11411	.014	3.1810	30.8190
	HS-Inka	6.33333	4.11411	.648	-7.4856	20.1523

Fuente: Propia.

Tabla 96.

Resistencias promedio a la compresión del concreto, curado a 7 días

Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado					
HSD de Tukey^a					
Tipo de cemento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
ICo-Pacasmayo	3	232.000			
ICo-Mochica	3	235.333	235.333		
HS-Inka	3		246.000	246.0000	
ICo-Inka	3			252.3333	
MS-Pacasmayo	3			253.6667	
MS-Mochica	3				282.333333
Sig.		0.9601	0.1725	0.4656	1.0000

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

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Se observa, mediante los resultados de resistencia a la compresión del concreto, que la mayor influencia significativa, a la edad de 7 días de curado, se obtiene con Mochica tipo MS.

Tabla 97.

Análisis posprueba a 28 días de curado

Comparaciones múltiples a 28 días de curado					
HSD de Tukey					
(I) Tipo de cemento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
ICo-Pacasmayo	57,50000*	5.42610	.000	40.9960	74.0040

	MS-Mochica	-33,33333*	5.42610	.000	-49.8373	-16.8293
MS- Pacasmayo	ICo-Mochica	38,83333*	5.42610	.000	22.3293	55.3373
	HS-Inka	9.33333	5.42610	.530	-7.1707	25.8373
	ICo-Inka	32,83333*	5.42610	.000	16.3293	49.3373
ICo- Pacasmayo	MS-Pacasmayo	-57,50000*	5.42610	.000	-74.0040	-40.9960
	MS-Mochica	-90,83333*	5.42610	.000	-107.3373	-74.3293
	ICo-Mochica	-18,66667*	5.42610	.019	-35.1707	-2.1627
	HS-Inka	-48,16667*	5.42610	.000	-64.6707	-31.6627
	ICo-Inka	-24,66667*	5.42610	.001	-41.1707	-8.1627
MS- Mochica	MS-Pacasmayo	33,33333*	5.42610	.000	16.8293	49.8373
	ICo-Pacasmayo	90,83333*	5.42610	.000	74.3293	107.3373
	ICo-Mochica	72,16667*	5.42610	.000	55.6627	88.6707
	HS-Inka	42,66667*	5.42610	.000	26.1627	59.1707
	ICo-Inka	66,16667*	5.42610	.000	49.6627	82.6707
ICo- Mochica	MS-Pacasmayo	-38,83333*	5.42610	.000	-55.3373	-22.3293
	ICo-Pacasmayo	18,66667*	5.42610	.019	2.1627	35.1707
	MS-Mochica	-72,16667*	5.42610	.000	-88.6707	-55.6627
	HS-Inka	-29,50000*	5.42610	.000	-46.0040	-12.9960
	ICo-Inka	-6.00000	5.42610	.875	-22.5040	10.5040
HS-Inka	MS-Pacasmayo	-9.33333	5.42610	.530	-25.8373	7.1707
	ICo-Pacasmayo	48,16667*	5.42610	.000	31.6627	64.6707
	MS-Mochica	-42,66667*	5.42610	.000	-59.1707	-26.1627
	ICo-Mochica	29,50000*	5.42610	.000	12.9960	46.0040
	ICo-Inka	23,50000*	5.42610	.002	6.9960	40.0040
ICo-Inka	MS-Pacasmayo	-32,83333*	5.42610	.000	-49.3373	-16.3293
	ICo-Pacasmayo	24,66667*	5.42610	.001	8.1627	41.1707
	MS-Mochica	-66,16667*	5.42610	.000	-82.6707	-49.6627
	ICo-Mochica	6.00000	5.42610	.875	-10.5040	22.5040
	HS-Inka	-23,50000*	5.42610	.002	-40.0040	-6.9960

Fuente: Propia.

Tabla 98.

Resistencias promedio a la compresión del concreto, curado a 28 días

Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado					
HSD de Tukey^a					
Tipo de cemento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
ICo-Pacasmayo	6	304.0000			
ICo-Mochica	6		322.6667		
ICo-Inka	6		328.6667		
HS-Inka	6			352.1667	
MS-Pacasmayo	6			361.5000	
MS-Mochica	6				394.8333
Sig.		1.0000	0.8751	0.5299	1.0000

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

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 6,000.

Se observa, mediante los resultados de resistencia a la compresión del concreto, que la mayor influencia significativa, a la edad de 28 días de curado, se obtiene con el cemento Mochica tipo MS.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Después de obtener los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión promedio de los diferentes concretos, se evaluaron mediante la prueba de Shapiro Wilk con el fin de determinar la normalidad de la población en estudio, considerando una significancia del 5%. Se observa que para todas las edades de curado que fueron de 3, 7 y 28 días, arroja una significancia mayor al 5%, lo que indica la aceptación de la hipótesis nula, afirmando así que, los datos tienen una distribución normal; por lo que se continuó con la prueba de análisis de varianza, para la validación de hipótesis siguiendo la prueba ANOVA. Posterior a ello, se observó que las significancias para todas las edades de curado no superan el valor de 5%, por lo que se aceptó la hipótesis alternativa y se rechazó la nula, determinando así que el tipo de cemento influye significativamente en la resistencia a la compresión de un concreto convencional. Finalmente, para conocer cuando se da esa influencia significativa, se desarrolló la prueba paramétrica Tukey, obteniendo que, a la edad de 3 días de curado, el cemento Mochica MS tiene mayor influencia significativa con 210.00 kg/cm² con una significancia de 1.000; por otra parte, a la edad de curado de 7 días, el cemento Mochica MS tiene mayor influencia significativa con 282.33 kg/cm² con una significancia de 1.000. Por último, a la edad de curado de 28 día, el cemento Mochica MS tiene nuevamente mayor influencia significativa con 394.83 kg/cm² con una significancia de 1.000.

En primer lugar, en la tabla N°75 se muestran los resultados de la caracterización del agregado fino, donde, después de realizar su granulometría siguiendo la NTP. 400.012, se evidenció su módulo de finura, siendo de 2.67, lo que lo clasifica como arena gruesa, encontrándose dentro del rango entre 2.3 y 3.1. Además de éste, se

realizaron otros ensayos que, sin embargo, sus respectivas normas no establecen rangos para poder clasificarlos, aceptarlos, rechazarlos, etc; dentro de esos ensayos tenemos al contenido de humedad según la NTP 339.185, donde arroja un resultado de 0.5%; también al peso específico según la NTP. 400.022, dando como resultado 2.66 gr/cm³; además en el ensayo de absorción, bajo los parámetros de la misma norma anterior, se obtuvo un valor de 1.1%; así también, para el peso unitario, siguiendo la NTP. 400.017, se realizaron los ensayos tanto para P.U. suelto, así como para compactado, dando valores de 1665 y 1817 kg/m³ respectivamente. En segundo lugar, en la tabla N°76 se muestran los resultados de la caracterización del agregado grueso, donde, después de realizar su granulometría siguiendo la NTP. 400.012, se evidenció su módulo de finura, siendo de 6.80 y su tamaño máximo nominal de ¾” (Huso 67), gracias al tamiz que presentó la primera cantidad de material retenido. Además de éste, se realizaron otros ensayos que, sin embargo, sus respectivas normas no establecen rangos para poder clasificarlos, aceptarlos, rechazarlos, etc; dentro de esos ensayos tenemos al contenido de humedad según la NTP 339.185, donde arroja un resultado de 0.4%; también al peso específico según la NTP. 400.021, dando como resultado 2.70 gr/cm³; además en el ensayo de absorción, bajo los parámetros de la misma norma anterior, se obtuvo un valor de 1.0%; así también, para el peso unitario, siguiendo la NTP. 400.017, se realizaron los ensayos tanto para P.U. suelto, así como para compactado, dando valores de 1392 y 1567 kg/m³ respectivamente. Con los datos obtenidos de la caracterización de los agregados y con la selección del asentamiento plástico teórico de 3-4”, se desarrollaron 6 diseños de mezcla, 1 diferente para cada tipo de cemento siguiendo el método ACI 211, ya que el peso específico de cada uno es distinto, lo que genera variación en el volumen de los agregados dentro de la mezcla; sin embargo, los resultados finales se reemplazaron

según las pruebas de desempeño de las mezclas de concreto realizadas previamente, luego de ello, se proyectó para tandas de 30 L, para satisfacer la NTP 339.036, la cual indica que se debe proyectar como mínimo para tandas de 28L.

En la presente tesis, se buscó hallar la influencia del tipo de cemento en el asentamiento, pérdida de trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional, apoyados de antecedentes como el de Castellón & De la Ossa (2013), quienes concluyeron que, el cemento tipo III desarrolla altas resistencias a edades tempranas, debido a que, aunque sus propiedades físicas sean similares al Tipo I, su composición química es diferente y además sus partículas han sido molidas refinadamente; influenciada también por el alto porcentaje de C3S; de igual manera, nosotros concluimos que el tipo de cemento influye en la resistencia a compresión del concreto, ya que el cemento Mochica MS, alcanzó un $f'c$ promedio mayor a edades de curado de 3, 7 y 28 días, obteniendo 210, 282 y 395kg/cm² respectivamente; respecto a sus compañeros de otros tipos y marcas; esto debido a que cada tipo posee un peso específico diferente, por lo que varía el diseño de mezcla y por ende, la proporción de cada agregado, teniendo en cuenta que éstos son los mismos para todos los diseños y han sido obtenidos de la misma cantera; por otra parte, también, depende de la composición química de cada uno.

Como segundo antecedente se tiene a la investigación de Ponce y Tapia (2015), quienes adicionan el cementante humo de sílice al concreto con la finalidad de mejorar su resistencia a edades tempranas, sin embargo, encuentran que para un tipo de cemento (Holcim GU), no es necesario la adición de este cementante, puesto que no lo afecta en gran proporción, tal y como sucede con los otros cementos de estudio (Guapán y Selvalegre plus); por lo que nos hace entender que, la composición

química de cada tipo de cemento ofrecerá una reacción particular e independiente dentro del concreto, por consiguiente, el comportamiento de la mezcla en estado fresco y endurecido variará según el cemento usado, a pesar de que se trabaje con los mismos agregados y la misma relación agua/cemento en el diseño. Al igual que ellos, nosotros también hicimos uso de los mismos agregados obtenidos de la cantera Quebrada El León para todos los diseños y la misma relación agua cemento, teniendo como única variante el tipo de cemento; resaltando el cemento tipo MS de la marca Mochica respecto a los otros tipos y marcas de cemento estudiados; arrojando resultados de resistencia a la compresión de 210 kg/cm² a 3 días de curado, 282 kg/cm² a los 7 días y 395 kg/cm² a los 28 días, siendo las resistencias más altas; por lo que se deduce entonces que el tipo de cemento influye en las propiedades del concreto debido a su composición química, ya que cada uno contiene diferentes adiciones según los requerimientos para los cuales se fabricaron.

Otro antecedente es la investigación realizada por Vilanova (2009), quién afirma que la relación agua/cemento es un factor importante a la hora de evaluar la resistencia a la compresión del concreto, reflejando en su estudio los resultados obtenidos para el caso de los cementos tipo I y II, donde encuentra que existen similares resistencias a compresión en los tipos mencionados con relaciones agua/cemento menores de 0,40 y algo mayores en los hormigones elaborados con cemento tipo I con respecto a los fabricados con cemento tipo II cuando la relación agua/cemento se incrementa a partir de 0,40. Por esta razón, en la presente tesis se trabajó con la misma relación agua cemento, la cual fue de 0.53 obtenida a partir de las pruebas de desempeño de las mezclas de concreto realizadas previamente; quedando como única variante el tipo de cemento para poder hacer una comparación eficiente.

Como cuarto antecedente se tiene la tesis de Guzmán (2020), quien sustenta que las propiedades del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido dependen de la composición y las características de cada marca y tipo de cemento utilizado, siendo así que, el concreto con cemento tipo V alcanzó un mayor asentamiento y por ende una mayor trabajabilidad con un valor de 5,25'', por otra parte, el concreto con cemento tipo IP obtuvo menor contenido de aire con un valor de 1,5% y nuevamente, el concreto con cemento tipo V obtuvo la mayor resistencia, alcanzando un valor de 482,74 kg/cm²; donde en contraste con nuestra investigación, observamos que los resultados para los ensayos del concreto, tienen una variación para cada tipo de cemento, resultando el concreto con cemento Inka tipo ICo, el más trabajable con un slump de 7 ½'', además, la misma marca pero del tipo HS logró el menor y por ende el mejor contenido de aire, con un valor de 0.3% lo que lo hace teóricamente el concreto más resistente, sin embargo, se demostró que el concreto con cemento Mochica tipo MS superó la resistencia de sus compañeros, alcanzando un valor de 395 kg/cm² a los 28 días de curado, superando los 352 kg/cm² del cemento Inka tipo HS pese a que éste obtuvo el menor contenido de aire.

Como siguiente antecedente, se cuenta con la investigación de Ruiz & Vasallo (2018), quienes dejaron constancia de que las propiedades del concreto varían no solo según el tipo de cemento, sino también según la marca, ya que realizaron los ensayos de asentamiento, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión considerando 3 marcas diferentes por cada tipo, siendo las empresas Pacasmayo, Inka y Nacional para el tipo ICo; Inka, Pacasmayo y Mochica para el tipo MS; y 2 marcas de cemento para el tipo UG, siendo éstos Mochica y Quisqueya. Sin embargo, por nuestro lado, a diferencia de ellos, realizamos una comparación global entre los tipos y las marcas de cemento, para los mismos ensayos, trabajando

con Pacasmayo, Mochica e Inka en MS, ICo y HS. Los resultados del ensayo de asentamiento que arrojaron este antecedente para el tipo ICo, convierten al cemento Inka el más trabajable con un valor de 77.20mm; de la misma forma, para los tipos MS y UG, los concretos elaborados con cementos Pacasmayo y Mochica resultaron los más trabajables, alcanzando valores de 62.60mm y 58.00mm respectivamente. En nuestro caso, para el mismo ensayo, el cemento de la marca Inka del tipo ICo logró ser el más trabajable con un slump de 190.5mm (7 ½'') notando que, tanto para nuestra investigación como para la del antecedente, esta marca sobresalió por la trabajabilidad que ofrece respecto a sus compañeros de estudio. Por otro lado, los resultados del ensayo de peso unitario que arrojaron este antecedente para el tipo ICo, muestran al cemento de la marca Pacasmayo, como el más sobresaliente con un valor de 2240 kg/m³, convirtiéndolo en el más compacto entre los demás cementos estudiados; de la misma forma, para los tipos MS y UG, los concretos elaborados con cementos Inka y Mochica resultaron los más compactos, alcanzando valores de 2240.20 kg/m³ y 2234.40 kg/m³ respectivamente. En nuestro caso, para el mismo ensayo, el cemento de la marca Inka del tipo ICo logró ser el más compacto con un valor de 2373 kg/m³ notando que, para el peso unitario, su resultado difiere del nuestro, obteniendo concretos más compactos con diferentes tipos de cemento, pero en la misma marca, ya que, si se hace un análisis global de sus resultados, se evidencia que el mayor valor resultó del concreto elaborado con cemento Inka pero del tipo MS. Luego, los resultados del ensayo de contenido de aire que arrojaron este antecedente para el tipo ICo, muestran al cemento de la marca Inka, como el que obtuvo el mejor valor con 0.98%, presentando menor cantidad de vacíos respecto a los demás cementos estudiados, convirtiéndose, de esa forma, en el más resistente teóricamente; de la misma forma, para los tipos MS y UG, los concretos elaborados

con cementos Pacasmayo y Quisqueya presentaron la menor cantidad de vacíos, alcanzando valores de 0.73% y 1.20% respectivamente. En nuestro caso, para el mismo ensayo, el cemento de la marca Inka del tipo HS logró ser el que presentó menor cantidad de vacíos con un valor de 0.3% notando que, para el contenido de aire, su resultado difiere del nuestro, obteniendo concretos menos porosos con diferentes tipos y marcas de cemento, ya que, si se hace un análisis global de sus resultados, se evidencia que el menor valor resultó del concreto elaborado con cemento Pacasmayo del tipo MS; cabe precisar que los autores realizaron el ensayo de laboratorio y nosotros lo calculamos siguiendo el método gravimétrico establecido en la NTP 339.046. Por último, los resultados del ensayo de resistencia a la compresión que arrojaron este antecedente para el tipo ICo, muestran al cemento de la marca Inka, como el más resistente con un valor de 228.44 kg/cm² a la misma edad de curado que sus compañeros de estudio; de la misma forma, para los tipos MS y UG, los concretos elaborados con cementos Mochica y Quisqueya fueron los más resistentes, alcanzando valores de 278.75 kg/cm² y 297.61 kg/cm² respectivamente. En nuestro caso, para el mismo ensayo, el cemento de la marca Mochica del tipo MS logró ser el que presentó mayor resistencia con un valor de 395 kg/cm² a la edad de curado de 28 días, notando que, para el ensayo de resistencia a la compresión, su resultado difiere del nuestro, obteniendo concretos más resistentes con diferentes tipos y marcas de cemento, ya que, si se hace un análisis global de sus resultados, se evidencia que el mayor valor resultó del concreto elaborado con cemento Quisqueya del tipo UG; cabe precisar que esto se debe en parte a que en nuestra investigación no consideramos al cemento Quisqueya, y si se obviara esta marca en el antecedente, tendríamos al cemento Mochica MS como el más resistente, concluyendo lo mismo que en nuestra investigación.

Como último antecedente, se tiene la tesis de Ayuque (2009), quien, al igual que el antecedente anterior, también evidenció que las propiedades del concreto varían no solo según el tipo de cemento, sino también según la marca, ya que realizó los ensayos de asentamiento, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión considerando 4 marcas diferentes, siendo las empresas Andino, Quisqueya, Nacional e Inka, donde las 3 primeras son del tipo I y la última de tipo ICo, comparando los resultados de manera global al igual que en nuestra investigación, donde trabajamos con los tipos ICo, MS y HS, en las marcas Pacasmayo, Mochica e Inka, para los mismos ensayos. Los resultados del ensayo de asentamiento que arrojaron este antecedente convierten al cemento Andino tipo I como el más trabajable con un valor promedio de 92.5mm. En nuestro caso, para el mismo ensayo, el cemento de la marca Inka del tipo ICo logró ser el más trabajable con un slump de 190.5mm (7 ½'') notando que, existe gran diferencia de resultados ya que ellos usaron también el cemento Inka tipo ICo y obtuvieron un asentamiento de 80mm, lo que puede depender de factores como el clima, temperatura, características de los agregados, el diseño de mezcla realizado, entre otros. Por otro lado, los resultados del ensayo de peso unitario que arrojaron este antecedente, muestran al cemento Andino tipo I, como el más sobresaliente con un valor promedio de 2344.8 kg/m³, convirtiéndolo en el más compacto entre los demás cementos estudiados. En nuestro caso, para el mismo ensayo, el cemento de la marca Inka del tipo ICo logró ser el más compacto con un valor de 2373 kg/m³ notando que, existe gran diferencia de resultados ya que ellos usaron también el cemento Inka tipo ICo y obtuvieron un peso unitario de 2337.3 kg/m³. Luego, los resultados para el contenido de aire que arrojaron este antecedente siguiendo el método gravimétrico, muestran al cemento Nacional tipo I, como el que obtuvo el mejor valor promedio con 1.55%,

presentando menor cantidad de vacíos respecto a los demás cementos estudiados, convirtiéndose, de esa forma, en el más resistente teóricamente. En nuestro caso, para la misma propiedad, el cemento de la marca Inka del tipo HS logró ser el que presentó menor cantidad de vacíos con un valor de 0.3%; cabe precisar que al igual que los autores, nosotros también realizamos el cálculo siguiendo el método gravimétrico establecido en la NTP 339.046. Por último, los resultados del ensayo de resistencia a la compresión que arrojaron este antecedente, muestran al cemento Quisqueya tipo I, como el más resistente con un valor de 285.9 kg/cm² a los 28 días de curado estándar. En nuestro caso, para el mismo ensayo, el cemento de la marca Mochica del tipo MS logró ser el que presentó mayor resistencia con un valor de 395 kg/cm² a la edad de curado de 28 días.

Todos los resultados que se mostraron en esta investigación se asocian a la unidad de estudio que es el concreto, puesto que pertenecen a sus propiedades en estado fresco y endurecido, así como a las características de sus componentes.

En la presente investigación se demostró que el cemento es un componente muy importante dentro del concreto, ya que tiene gran influencia sobre sus propiedades, dependiendo del tipo y marca que se use, debido a su composición química, a sus adiciones y a sus características para los cuales son fabricados.

4.2. Conclusiones

- Se determinó la influencia de los tipos de cemento en el asentamiento, pérdida de trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional, obteniendo como concreto más trabajable al elaborado con cemento Inka tipo ICo, el cual logró un slump de 7 ½"; de la misma forma, el mismo concreto resultó ser el más compacto con un valor de 2373 kg/m³ después de realizar el ensayo de peso unitario; por otro lado, para el contenido de aire, el

concreto elaborado con cemento Inka HS presentó una menor cantidad de vacíos con un valor de 0.3% según el método gravimétrico estipulado en la NTP. 339.046, marcándole una tendencia a ser el concreto más resistente en teoría. Finalmente, para el ensayo de resistencia a la compresión, el concreto elaborado con cemento Mochica MS logró el mayor valor, siendo de 395 kg/cm², resultado que difiere de la tendencia marcada por el contenido de aire.

- Se realizó la caracterización de agregados fino y grueso de la cantera Quebrada El León ubicada en El Milagro. Teniendo estos resultados, según las pruebas de desempeño de las mezclas de concreto realizadas previamente, se elaboraron seis diseños de mezcla con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 3'' a 4'' de asentamiento teórico, obteniendo para el diseño con cemento Pacasmayo tipo MS una dosificación de materiales de 394 kg de cemento, 214 kg de agua, 819 kg de agregado grueso y 835 kg de agregado fino para un metro cúbico de concreto; para el diseño con cemento Pacasmayo tipo ICo una dosificación de materiales de 394 kg de cemento, 214 kg de agua, 816 kg de agregado grueso y 872 kg de agregado fino para un metro cúbico de concreto; para el diseño con cemento Mochica tipo MS una dosificación de materiales de 394 kg de cemento, 214 kg de agua, 817 kg de agregado grueso y 873 kg de agregado fino para un metro cúbico de concreto; para el diseño con cemento Mochica tipo ICo una dosificación de materiales de 394 kg de cemento, 214 kg de agua, 817 kg de agregado grueso y 872 kg de agregado fino para un metro cúbico de concreto; para el diseño con cemento Inka tipo HS una dosificación de materiales de 394 kg de cemento, 214 kg de agua, 822 kg de agregado grueso y 879 kg de agregado fino para un metro cúbico de concreto; para el diseño con cemento Inka tipo ICo una dosificación de materiales de 394 kg de cemento, 214 kg de agua, 824 kg de agregado grueso y 880 kg de agregado fino

- para un metro cúbico de concreto; las variaciones se dieron debido a que cada tipo de cemento tiene un peso específico diferente, lo que causa aumento y disminución en el volumen de los agregados.
- Se determinó el asentamiento real del concreto para cada tipo de cemento, siguiendo la NTP. 339.035; obteniendo como mejor resultado al concreto elaborado con cemento Inka tipo ICo, ya que logró alcanzar un slump de 7 ½” respecto a los 7” del cemento Inka HS, 6 ¾” del cemento Mochica ICo, 6 ½” del cemento Pacasmayo ICo, 6 ¼” del cemento Mochica MS y 6” del cemento Pacasmayo MS; haciéndolo el más trabajable sin la necesidad de adicionar algún aditivo plastificante, ya que presenta una consistencia fluida.
 - Se determinó la pérdida de trabajabilidad del concreto en evaluación para cada tipo de cemento en tiempos de 0 minutos, 30 minutos y 60 minutos, siguiendo la NTP. 339.035; notando que el concreto elaborado con cemento Inka tipo ICo pierde 1 ¾” a 30 minutos y 6” a 60 minutos; el concreto con cemento Inka tipo HS pierde 1 ½” a 30 minutos y 6” a 60 minutos; el concreto con cemento Mochica tipo ICo pierde 3 ¼” a 30 minutos y 6 ¼” a 60 minutos; el concreto con cemento Pacasmayo tipo ICo pierde 4” a 30 minutos y 6” a 60 minutos; el concreto con cemento Mochica tipo MS pierde 4 ¼” a 30 minutos y 5 ½” a 60 minutos; el concreto con cemento Pacasmayo tipo MS pierde 3” a 30 minutos y 4 ½” a 60 minutos. Se concluye que el concreto que pierde mayor trabajabilidad a 30 minutos es el elaborado con cemento Mochica tipo MS y a 60 minutos el elaborado con Mochica ICo.
 - Se determinó el peso unitario del concreto para cada tipo de cemento, siguiendo la NTP.339.046, encontrando como concreto más compacto al elaborado con cemento Inka tipo ICo, con un valor de 2373 kg/m³ respecto a los 2372 kg/m³ del

cemento Pacasmayo tipo MS, los 2367 kg/m² del cemento Mochica ICo, los 2362 kg/m³ del cemento Pacasmayo ICo, los 2349 kg/m³ del cemento Mochica MS y los 2302 kg/m³ del cemento Inka HS.

- Se determinó el contenido de aire del concreto para cada tipo de cemento mediante el método gravimétrico siguiendo la NTP. 339.046, observando que el concreto que presentó menos cantidad de vacíos fue el elaborado con cemento Inka tipo HS, dando un valor de 0.3%, marcándole una tendencia teórica a ser el concreto más resistente en comparación a los porcentajes obtenidos por los concretos elaborados con los otros tipos de cemento en estudio, siendo éstos el 2.2% del cemento Mochica tipo MS, el 2.6% del cemento Inka tipo ICo, el 2.9% del cemento Pacasmayo tipo ICo y el 3% alcanzado por los cementos Pacasmayo tipo MS y Mochica ICo.
- Se determinó la influencia del tipo de cemento en la resistencia a la compresión del concreto según la norma NTP.339.034, empleando probetas cilíndricas curadas en forma estándar a edades de 3,7 y 28 días, dando como resultado que el concreto elaborado con cemento Mochica tipo MS alcanzó la máxima resistencia con un valor de 210 kg/cm² a la edad de 3 días de curado respecto a los 189 kg/cm² del cemento Inka tipo ICo, los 182 kg/cm² del cemento Pacasmayo tipo ICo, los 179 kg/cm² del cemento Mochica tipo ICo, los 177 kg/cm² del cemento Pacasmayo tipo MS y también respecto a los 171 kg/cm² correspondientes al concreto elaborado con cemento Inka tipo HS. La misma tendencia se marcó a la edad de curado de 7 días, donde el cemento Mochica tipo MS sigue alcanzando la máxima resistencia con un valor de 282 kg/cm² respecto a los 254 kg/cm² del cemento Pacasmayo tipo MS, los 252 kg/cm² del cemento Inka tipo ICo, los 246 kg/cm² del cemento Inka tipo HS, los 235 kg/cm² del cemento Mochica tipo ICo

y los 232 kg/cm² correspondientes al concreto elaborado con cemento Pacasmayo tipo ICo. Finalmente, a la edad de curado de 28 días, que es la edad donde el concreto alcanza su máxima resistencia, el concreto elaborado con cemento Mochica MS se mantuvo como el más resistente logrando alcanzar los 395 kg/cm² frente a las resistencias de los concretos compañeros que alcanzaron valores menores como los 362 kg/cm² del concreto con cemento Pacasmayo tipo MS, los 352 kg/cm² del concreto con cemento Inka tipo HS, los 329 kg/cm² del concreto con cemento Inka tipo ICo, los 323 kg/cm² del concreto con cemento Mochica tipo ICo y los 304 kg/cm² del concreto elaborado con cemento Pacasmayo tipo ICO.

- Se realizó la prueba de hipótesis, haciendo uso de la prueba de normalidad, análisis de varianza y posprueba, determinando que el tipo de cemento influye significativamente en la resistencia a la compresión de un concreto convencional, notando que el concreto elaborado con cemento Mochica tipo MS fue el que tuvo mayor significancia para todas las edades de curado que fueron de 3, 7 y 28 días.

4.3. Recomendaciones

- Para tener una comparación eficiente se deberá considerar, en primer lugar, los mismos materiales, realizar un correcto diseño de mezcla para una dosificación adecuada de componentes y al momento de elaborar la mezcla, hacerlo siguiendo las normativas correspondientes y bajo las mismas condiciones ambientales; de esa forma se garantiza que el tipo de cemento sea la única variable.
- Se recomienda a los usuarios a hacer de un tipo de cemento según lo que se requiere teniendo como base la presente investigación, donde, por ejemplo, si se desea un concreto más trabajable, hacer uso del cemento Inka tipo ICo, o si se desea un concreto más resistente, hacer uso del cemento Mochica tipo MS.

- Se recomienda a los estudiantes de ingeniería civil a tener una investigación continua, para de esa forma, enriquecer el conocimiento sobre la unidad de estudio que es el concreto, evidenciando su comportamiento frente a diversas variables y dejando como antecedente a futuros estudios.

REFERENCIAS

Aceros Arequipa (2016). Conociendo las Propiedades del Concreto (I). Recuperado de

<https://www.acerosarequipa.com/download/file/BOLETIN->

[CONSTRUYENDO-30.pdf/boletines/archivos/2020-](https://www.acerosarequipa.com/download/file/BOLETIN-CONSTRUYENDO-30.pdf/boletines/archivos/2020-)

[03#:~:text=En%20esta%20edici%C3%B3n%20nos%20ocuparemos,del%20concreto%20fresco%3A%20la%20Trabajabilidad.&text=Es%20aquella%20propiedad%20que%20permite,%2C%20transporte%2C%20colocado%20y%20compactado.](https://www.acerosarequipa.com/download/file/BOLETIN-CONSTRUYENDO-30.pdf/boletines/archivos/2020-03#:~:text=En%20esta%20edici%C3%B3n%20nos%20ocuparemos,del%20concreto%20fresco%3A%20la%20Trabajabilidad.&text=Es%20aquella%20propiedad%20que%20permite,%2C%20transporte%2C%20colocado%20y%20compactado.)

ARGOS (2020). Resistencia Mecánica Del Concreto Y Resistencia A La Compresión.

Blog: Tecnología del concreto. Recuperado de

[https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-](https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion.)

[concreto-y-compresion.](https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion.)

Ayuque, E. (2019). Propiedades Del Concreto En Estado Fresco Y Endurecido Utilizando

Cementos Comerciales En La Ciudad De Huancavelica. Universidad Nacional

de Huancavelica, Perú. Recuperado de

<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3178>

Castellón Corrales, H. y De la Ossa Arias, K. (2013). Estudio comparativo de la

resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y

tipo II, modificados con aditivos acelerantes y retardantes. Universidad de

Cartagena, Colombia. Recuperado de [https://docplayer.es/36923568-Harold-](https://docplayer.es/36923568-Harold-castellon-corrales-karen-de-la-ossa-arias-linea-de-investigacion-materiales-de-construccion-grupo-geomat-universidad-de-cartagena.html)

[castellon-corrales-karen-de-la-ossa-arias-linea-de-investigacion-materiales-de-](https://docplayer.es/36923568-Harold-castellon-corrales-karen-de-la-ossa-arias-linea-de-investigacion-materiales-de-construccion-grupo-geomat-universidad-de-cartagena.html)

[construccion-grupo-geomat-universidad-de-cartagena.html.](https://docplayer.es/36923568-Harold-castellon-corrales-karen-de-la-ossa-arias-linea-de-investigacion-materiales-de-construccion-grupo-geomat-universidad-de-cartagena.html)

Cemex (2019). ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?.

Recuperado de [cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-](https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-)

[compresion-en-el-concreto-](https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-)

Concretos SUPERMIX (2021). Agregados para la elaboración de concreto. Recuperado

de <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

- Cortes, E. A. & Perilla, J. E. (2014). Estudio comparativo de las características físico mecánicas de cuatro cementos comerciales portland tipo I. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10654/11044>
- Cuellar, J. C. & Sequeiros, W. (2017). Influencia Del Curado En La Resistencia A La Compresión Del Concreto Preparado Con Cemento Portland Tipo I Y Cemento Puzolánico Tipo Ip En La Ciudad De Abancay – Apurímac. Universidad Tecnológica de los Andes, Apurímac, Perú. Recuperado de <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/106/Tesis-Influencia%20del%20curado%20en%20la%20resistencia%20a%20la%20compresi%3%b3n%20del%20concreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guzmán (2020). Análisis comparativo de las diferentes marcas de cemento del Tipo I, Tipo IP, Tipo HS y Tipo V, en el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido para las resistencias 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² utilizando agregados de 3 canteras de la ciudad de Arequipa. Universidad Católica de Santa María, Perú. Recuperado de <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1919277>
- Hernández, H. B. (2013). Supervisión de Estructuras de Concreto y de Acero. Recuperado de <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/home/11--propiedades-del-concreto-y-sus-componentes>
- Huarcaya, C. I. (2014). Comportamiento Del Asentamiento En El Concreto Usando Aditivo Polifuncional Sikament 290n Y Aditivo Super Plastificante De Alto Desempeño Sika Viscoflow 20e”. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Recuperado de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/432/Huarcaya_c.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- IMCYC (2005). Curado del concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Recuperado de <http://www.imcyc.com/cyt/marzo05/CONCEPTOS.pdf>
- Industrial Bloquera (2020). Actores Que Influyen En La Resistencia Mecánica Del Concreto. Blog: Innovación en materiales. Recuperado de <https://blog.industrialbloquera.com.mx/factores-influyen-resistencia-mecanica-concreto>

Inka (2020). Cemento Inka HS Anti Salitre. Recuperado de <http://www.cementosinka.com.pe/>

Muciño, A. & Flores P. (2018). Diseño De Mezclas De Concreto. Recuperado de http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/05/180515_Practica9_W_LMSE.pdf

NTP 339.034 (2015). Resistencia a la compresión probetas cilíndricas. Lima, Perú.

NTP 339.035 (2009). Asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima, Perú.

NTP 339.036(2017). Practica Normalizada para Muestreo de Mezclas de Concreto Fresco. Lima, Perú

NTP 339.046(2008). Peso Unitario, rendimiento y contenido de aire. Lima, Perú

NTP 339.047 (2006). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados. Lima, Perú.

NTP 339.185(2013). Método Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima, Perú.

NTP 400.012 (2013). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú.

NTP 400.017(2011). Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Lima, Perú.

NTP 400.021(2013). Método Peso específico y Absorción del agregado grueso. Lima, Perú.

NTP 400.022(2013). Método Peso específico y Absorción del agregado fino. Lima, Perú

NTP 400.037 (2014). Especificaciones para agregados en concreto. Lima, Perú.

Pacasmayo (2020). Cementos Adicionados. Recuperado de <https://www.cementospacasmayo.com.pe/>

Polanco, J. A. & Setién, J. (2013). Cementos, morteros y hormigones. Recuperado de <https://ocw.unican.es/course/view.php?id=85§ion=8>

- Ponce, R. S. & Tapia V. A. (2015). Comportamiento de cementos ecuatorianos con humo de sílice y aditivo súper plastificante. Universidad San Francisco De Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5018>
- Ruiz, R. F., & Vasallo, M. (2018). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos I.C.O., M.S. y U.G., Trujillo 2018. (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/14825>
- Sepúlveda, A. (2016). Factores Determinantes De La Resistencia A Compresión Del Concreto. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/309398676_FACTORES_DETERMINANTES_DE_LA_RESISTENCIA_A_COMPRESION_DEL_CONCRETO
- Umiri, D. (2019). Peligros Del Exceso De Agua En El Concreto. Recuperado de <https://www.yura.com.pe/blog/peligros-del-exceso-de-agua-en-el-concreto/>
- Vásquez, A., Gonzáles, F., Rocha, L. & Flores A. (2001). Elaboración de concretos con agua tratadas. Recuperado de <http://www.imcyc.com/revista/2001/abril2001/concretos.htm>
- Vilanova Fernández, A. (2009). Influencia de la dosificación y empleo de diferentes tipos de cemento y adiciones en las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante. Universidad Politécnica de Madrid, España. Recuperado de <http://oa.upm.es/1813/>

ANEXOS:

ANEXO N° 1 Validación de instrumentos por experto.

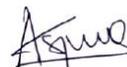
MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Influencia del tipo de cemento en el asentamiento, pérdida de trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional, Trujillo 2021			
Línea de investigación:	Tecnologías Emergentes			
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén			
El instrumento de medición pertenece a las variables:	Asentamiento, pérdida de trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	✓		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	✓		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	✓		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	✓		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	✓		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	✓		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	✓		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	✓		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	✓		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
 Alberto Rubén Vásquez Díaz ING. CIVIL R. CIP: N° 166228				
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén				

Figura 7. Validación de instrumento por experto

ANEXO N° 3 Fotografías



Figura 9. Proporción de materiales para tandas de concreto según diseño



Figura 10. Cono de Abrams para obtener el Slump del concreto



Figura 11. Probetas cilíndricas llenas de concreto



Figura 12. Slump después de 1 hora de preparado el concreto



Figura 13. Verificación de Slump del concreto Elaborado con Cemento Mochica MS



Figura 14. Verificación de slump del concreto elaborado con cemento Pacasmayo Extraforte



Figura 15. Enrazado de probetas para su posterior curado



Figura 16. Lectura de temperatura de un tipo de concreto

ANEXO N° 4: Certificados de ensayos de laboratorio



INFORME DE ENSAYO N° 0303-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 13/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO M5 (PACASMAYO)

2. TIPO DE ENSAYO:

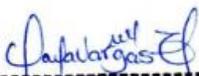
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díametro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210MS(P)-1	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	14405	180	86%	1
C210MS(P)-2	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	13695	171	81%	2
C210MS(P)-3	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	14514	181	86%	1
Promedio								177	84%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCDI2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 17. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Pacasmayo MS



INFORME DE ENSAYO N° 0304-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 13/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO ICO (PACASMAYO)

2. TIPO DE ENSAYO:

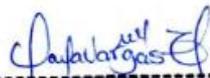
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210ICO(P)-1	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	15075	188	90%	1
C210ICO(P)-2	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	14574	182	87%	1
C210ICO(P)-3	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	14089	176	84%	2
Promedio								182	87%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Caria Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. C.I.P. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 18. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Pacasmayo ICO



INFORME DE ENSAYO N° 0305-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 13/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO MS (MOCHICA)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210MS(M)-1	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	17095	213	101%	1
C210MS(M)-2	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	16970	212	101%	2
C210MS(M)-3	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	16389	205	98%	2
Promedio								210	100%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 19. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Mochica MS



INFORME DE ENSAYO N° 0306-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 13/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO ICO (MOCHICA)

2. TIPO DE ENSAYO:

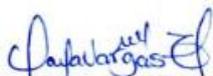
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	F'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210ICO(M)-1	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	14383	180	86%	1
C210ICO(M)-2	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	13567	169	80%	2
C210ICO(M)-3	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	14992	187	89%	1
Promedio								179	85%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 20. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Mochica ICO



INFORME DE ENSAYO N° 0307-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 13/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO HS (INKA)

2. TIPO DE ENSAYO:

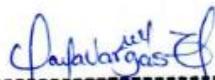
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210MS(I)-1	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	13847	173	82%	2
C210MS(I)-2	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	13194	165	79%	2
C210MS(I)-3	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	14094	176	84%	1
Promedio								171	81%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 21. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Inka HS



INFORME DE ENSAYO N° 0308-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 13/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO ICO (INKA)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	Fc (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210ICO(I)-1	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	14717	184	88%	2
C210ICO(I)-2	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	15578	194	92%	1
C210ICO(I)-3	210	10/03/2021	13/03/2021	3	10.1	80.12	15208	190	90%	1
Promedio								189	90%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 22. Certificado de resistencia a la compresion a 3 días de curado, Inka ICO



INFORME DE ENSAYO N° 0322-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO MS (PACASMAYO)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	F'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210MS(P)-4	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	20807	260	124%	1
C210MS(P)-5	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	20445	255	121%	2
C210MS(P)-6	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	19745	246	117%	2
Promedio								254	121%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 23. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Pacasmayo MS



INFORME DE ENSAYO N° 0323-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO ICO (PACASMAYO)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210ICO(P)-4	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	18682	233	111%	1
C210ICO(P)-5	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	18961	237	113%	1
C210ICO(P)-6	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	18094	226	108%	2
Promedio								232	110%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 24. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Pacasmayo ICo



INFORME DE ENSAYO N° 0324-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO MS (MOCHICA)

2. TIPO DE ENSAYO:

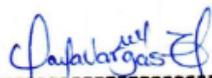
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210MS(M)-4	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	22624	282	134%	1
C210MS(M)-5	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	23073	288	137%	1
C210MS(M)-6	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	22192	277	132%	2
Promedio								282	134%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 25. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Mochica MS



INFORME DE ENSAYO N° 0325-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO ICO (MOCHICA)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	Fc (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210ICO(M)-4	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	18573	232	110%	2
C210ICO(M)-5	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	18911	236	112%	1
C210ICO(M)-6	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	19040	238	113%	1
Promedio								235	112%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 26. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Mochica ICo



INFORME DE ENSAYO N° 0326-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO HS (INKA)

2. TIPO DE ENSAYO:

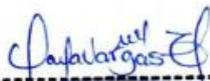
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210HS(I)-4	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	19762	247	118%	1
C210HS(I)-5	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	19301	241	115%	2
C210HS(I)-6	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	20031	250	119%	1
Promedio								246	117%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 27. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Inka HS



INFORME DE ENSAYO N° 0327-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO ICO (INKA)

2. TIPO DE ENSAYO:

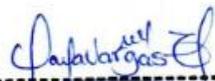
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díametro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210(ICO)I-4	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	20064	250	119%	1
C210(ICO)I-5	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	20127	251	120%	1
C210(ICO)I-6	210	10/03/2021	17/03/2021	7	10.1	80.12	20473	256	122%	1
Promedio								252	120%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 28. Certificado de resistencia a la compresion a 7 días de curado, Inka ICo



INFORME DE ENSAYO N° 0374-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 07/04/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO MS (PACASMAYO)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	Fc (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210MS(P)-7	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	29681	370	176%	1
C210MS(P)-8	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	28209	352	168%	2
C210MS(P)-9	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	28849	360	171%	2
C210MS(P)-10	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	29077	363	173%	1
C210MS(P)-11	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	28887	361	172%	1
C210MS(P)-12	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	29117	363	173%	1
Promedio								362	172%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 29. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Pacasmayo MS



INFORME DE ENSAYO N° 0375-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 07/04/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO ICO (PACASMAYO)

2. TIPO DE ENSAYO:

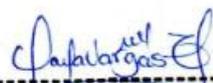
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díametro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210ICO(P)-7	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	25715	321	153%	1
C210ICO(P)-8	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	24440	305	145%	2
C210ICO(P)-9	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	23495	293	140%	2
C210ICO(P)-10	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	24601	307	146%	1
C210ICO(P)-11	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	24439	305	145%	1
C210ICO(P)-12	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	23484	293	140%	2
Promedio								304	145%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 30. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Pacasmayo ICO



INFORME DE ENSAYO N° 0376-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 07/04/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO MS (MOCHICA)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210MS(M)-7	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	32976	412	196%	1
C210MS(M)-8	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	30942	386	184%	2
C210MS(M)-9	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	31844	397	189%	1
C210MS(M)-10	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	30198	377	180%	2
C210MS(M)-11	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	31104	388	185%	2
C210MS(M)-12	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	32763	409	195%	1
Promedio								395	188%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 31. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Mochica MS



INFORME DE ENSAYO N° 0377-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 07/04/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO ICO (MOCHICA)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210(ICO)(M)-7	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	26082	326	155%	1
C210(ICO)(M)-8	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	25936	324	154%	2
C210(ICO)(M)-9	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	26252	328	156%	1
C210(ICO)(M)-10	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	26040	325	155%	1
C210(ICO)(M)-11	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	25469	318	151%	2
C210(ICO)(M)-12	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	25230	315	150%	2
Promedio								323	154%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 32. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Mochica ICo



INFORME DE ENSAYO N° 0378-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 07/04/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO HS (INKA)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	Fc (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210HS(I)-7	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	28779	359	171%	1
C210HS(I)-8	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	27181	339	161%	2
C210HS(I)-9	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	28939	361	172%	1
C210HS(I)-10	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	28339	354	169%	1
C210HS(I)-11	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	28026	350	167%	1
C210HS(I)-12	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	28018	350	167%	2
Promedio								352	168%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 33. Certificado de resistencia a la compresion a 28 días de curado, Inka HS



INFORME DE ENSAYO N° 0379-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 07/04/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : RICHARD ALEXANDER ALEMAN PAUCAR / HECTOR EFRAIN CORDOVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CEMENTO TIPO ICO (INKA)

2. TIPO DE ENSAYO:

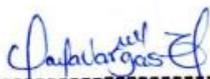
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Dímetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210ICO(I)-7	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	25629	320	152%	2
C210ICO(I)-8	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	27366	342	163%	1
C210ICO(I)-9	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	27038	337	160%	1
C210ICO(I)-10	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	25744	321	153%	2
C210ICO(I)-11	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	25430	317	151%	2
C210ICO(I)-12	210	10/03/2021	07/04/2021	28	10.1	80.12	26869	335	160%	1
Promedio								329	157%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelyn Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 34. Certificado de resistencia a la compresión a 28 días de curado, Inka ICO