

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA
PROGRAMA ACADEMICO INGENIERIA CIVIL



TESIS

***ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
(CEMENTO-ARENA): CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL –
COMUNIDAD ASTORIA Y CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA –
COMUNIDAD VARILLAL EN LA CIUDAD DE IQUITOS.***

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. JUAN LEONARDO TENORIO CHUNG

BACH. SERGIO ACOSTA HUAYLLAHUA

ASESOR: ING. ROBERTO IVAN PEÑA TOLENTINO.

IQUITOS - 2020

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a mi madre, a mi esposa e hijos por el apoyo incondicional y por el afán de impulsarme a ser mejor profesional y cada día mejor persona. También está dedicado a todos aquellos amigos y compañeros que con sus experiencias ayudaron para culminar este trabajo de investigación.

Juan Tenorio Chung.

Esta tesis está dedicada a mis padres el Sr. Sergio Acosta Nuñez y la Sra. Zarita Sonia Huayllahua, mis hijos y Esposa Tatiana; por tenerme y dedicarme toda la paciencia del mundo y darme la fortaleza para seguir adelante; además de mis hermanos, que siempre están en cada momento. Para seguir adelante con este proyecto de vida.

Sergio Acosta Huayllahua.

AGRADECIMIENTO

A Dios por la dicha de poder conocerlo mediante mis experiencias ya que inexplicablemente siempre pude lograr las cosas a pesar de las limitaciones y dificultades.

A mi Mamá Sonia y mi abuelita Amelia por su amor y su apoyo y sus luchas por hacerme profesional y mejor ser humano, y a mis hermanos Patty y Andrés por sus apoyo y cariño y comprensión.

A mi compañera de vida Patsy, por su apoyo, paciencia y amor, por cuidar de nuestros tesoros Sebastián y Gabriela quienes son la luz en el camino.

Juan Tenorio Chung.

A Dios por darme el conocimiento y vida para continuar con este proyecto, que al final cosechamos el fruto sembrado.

A mis amigos Jack, Lobo, Jorge y Romeo que siempre han estado ahí en los momentos que más se necesita de los grandes y buenos amigos. A Juan Tenorio, por hacerme parte de este proyecto que sin duda no sé qué hubiera sido, con gran cariño y un fuerte abrazos amigos.

Mis padres Sergio y Sonia, mis hermanos Greysse, Karem, Pool y Roger, que siempre pusieron la fe ante todo para que mi persona siga adelante ante todas las adversidades que la vida nos da. Mi esposa Tatiana, mis hijos Sebastián, Logan y Setara que son las personas que brindan alegría y bienestar para seguir en pie de lucha cada día. Con Fe, ante todo, Gracias mi Dios por todo y que siga.

Sergio Acosta Huayllahua

HOJA DE APROBACIÓN



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal Nº **194-2016-UCP-FCEI** de fecha 27 de Abril de 2016, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Uc. Nerea Gallardo Sánchez, Mg. | Presidente |
| • Ing. Carol Begoña García Langer, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Liliana Bautista Serpa, Mg. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. ROBERTO IVAN PEÑA TOLENTINO.**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 09:00 horas del día 10 de Enero del 2022, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por el Secretario Académico del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO-ARENA): CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL – COMUNIDAD ASTORIA Y CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA – COMUNIDAD VARILLAL EN LA CIUDAD DE IQUITOS."**

Presentado por los sustentantes:

JUAN LEONARDO TENORIO CHUNG
Y
SERGIO ACOSTA HUAYLLAHUA

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

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

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

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD.**

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

Presidente

Miembro

Miembro

CONSTANCIA ANTIPLAGIO



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

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

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

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
(CEMENTO-ARENA): CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL – COMUNIDAD
ASTORIA Y CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA – COMUNIDAD VARILLAL
EN LA CIUDAD DE IQUITOS."**

De los alumnos: **JUAN LEONARDO TENORIO CHUNG Y SERGIO ACOSTA HUAYLLAHUA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **8% de plagio**.

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

San Juan, 06 de Diciembre del 2021.

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

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMEINTO	3
HOJA DE APROBACIÓN.....	4
CONSTANCIA ANTIPLAGIO	4
INDICE DE CONTENIDO	6
INDICE DE TABLAS.....	8
INDICE DE GRAFICOS.....	10
RESUMEN	11
ABSTRACCT.....	12
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	13
1.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	13
1.2. BASES TEORICAS.....	21
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	51
CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	53
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	53
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	55
2.3 OBJETIVOS	56
2.4 HIPOTESIS.....	57
2.5 VARIABLE.....	58
CAPITULO III. METODOLOGIA	59
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION.....	59
3.2 PONLACION Y MUESTRA.....	60
3.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 60	
3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.	61
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	62
4.1 INTRODUCCIÓN.....	62
4.2 CEMENTO PORTLAND	63
4.3 AGREGADOS DE LA ZONA	69
4.4 ENSAYOS DE LABORATORIOS REALIZADOS AL AGREGADO	71
4.5 ANÁLISIS QUÍMICOS:.....	104
4.6 AGUA.....	117

4.7	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	119
4.8	PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	134
4.9	PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO.....	167
4.10	ANÁLISIS DE RESULTADOS	219
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		228
CONCLUSIONES.....		230
RECOMENDACIONES.....		235
BIBLIOGRAFIA.....		237
ANEXOS		240

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados análisis granulométrico – arena cuarzosa.....	73
Tabla 2. Resultados análisis granulométrico – arena fluvial.....	74
Tabla 3. Resultados módulo de fineza – arena cuarzosa	78
Tabla 4. Resultados módulo de fineza – arena fluvial.....	78
Tabla 5. Resultados superficie específica – arena cuarzosa	81
Tabla 6. Resultados superficie específica – arena fluvial	83
Tabla 7. Resultados peso unitario suelto – arena cuarzosa.....	88
Tabla 8. Resultados peso unitario suelto – arena fluvial.....	89
Tabla 9. Resultados peso unitario compactado – arena cuarzosa.....	92
Tabla 10. Resultados peso unitario compactado – arena fluvial.....	93
Tabla 11. Resultados peso específico y absorción – arena cuarzosa	99
Tabla 12. Resultados peso específico y absorción – arena fluvial.....	101
Tabla 13. Resultados de los análisis químicos a las arenas cuarzosas y fluviales.....	110
Tabla 14. Resumen de ensayos químicos – arena cuarzosa y fluvial	116
Tabla 15. Resultados peso unitario del concreto con arena cuarzosa.....	135
Tabla 16. Resultados peso unitario del mortero con arena fluvial.....	136
Tabla 17. Resultados rendimiento del concreto con arena cuarzosa.....	139
Tabla 18. Resultados rendimiento del concreto con arena fluvial	140
Tabla 19. Resultados contenidos de aire del concreto con arena cuarzosa – método gravimétrico.....	143
Tabla 20. Resultados contenidos de aire del concreto con arena fluvial – método gravimétrico.....	144
Tabla 21. Resultados contenidos de aire del concreto con arena cuarzosa – olla Washington.....	147
Tabla 22. Resultados contenidos de aire del concreto con arena fluvial – olla Washington	148
Tabla 23. Resultados asentamiento del concreto con arena cuarzosa	152
Tabla 24. Resultados asentamiento del concreto con arena fluvial	153
Tabla 25. Resultados exudación del concreto con arena cuarzosa	156
Tabla 26. Resultados exudación del concreto con arena fluvial.....	159
Tabla 27. Resultados temperatura del concreto con arena cuarzosa.....	164
Tabla 28. Resultados temperatura del concreto con arena fluvial.....	165
Tabla 29. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – R a/c = 0,64 – probetas de 4” de diámetro.....	168
Tabla 30. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – R a/c = 0,64 – probetas de 6” de diámetro.....	170
Tabla 31. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – R a/c = 0,70 – probetas de 4” de diámetro.....	171
Tabla 32. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – R a/c = 0,70 – probetas de 6” de diámetro.....	173
Tabla 33. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – R a/c = 0,77 – probetas de 4” de diámetro.....	174
Tabla 34. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – R a/c = 0,77 – probetas de 6” de diámetro.....	176
Tabla 35. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,58 – probetas de 4” de diámetro.....	177
Tabla 36. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,58 – probetas de 6” de diámetro.....	179

Tabla 37. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,63 – probetas de 4" de diámetro.....	180
Tabla 38. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,63 – probetas de 6" de diámetro.....	182
Tabla 39. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,69 – probetas de 4" de diámetro	183
Tabla 40. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,69 – probetas de 6" de diámetro.....	185
Tabla 41. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena cuarzosa R a/c = 0,64.....	190
Tabla 42. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena cuarzosa R a/c = 0,70.....	191
Tabla 43. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena cuarzosa R a/c = 0,77.....	192
Tabla 44. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena fluvial R a/c = 0,58	193
Tabla 45. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena fluvial R a/c = 0,63	194
Tabla 46. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena fluvial R a/c = 0,69	195
Tabla 47. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena cuarzosa R a/c = 0,64.....	200
Tabla 48. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena cuarzosa R a/c = 0,70.....	201
Tabla 49. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena cuarzosa R a/c = 0,77.....	202
Tabla 50. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena fluvial R a/c = 0,58	203
Tabla 51. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena fluvial R a/c = 0,63	204
Tabla 52. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena fluvial R a/c = 0,69	205
Tabla 53. Resultados módulo elástico del concreto con arena cuarzosa R a/c = 0,64...211	211
Tabla 54. Resultados módulo elástico del concreto con arena cuarzosa R a/c = 0,70...212	212
Tabla 55. Resultados módulo elástico del concreto con arena cuarzosa R a/c = 0,77...213	213
Tabla 56. Resultados módulo elástico del concreto con arena fluvial R a/c = 0,58.....214	214
Tabla 57. Resultados módulo elástico del concreto con arena fluvial R a/c = 0,63.....215	215
Tabla 58. Resultados módulo elástico del concreto con arena fluvial R a/c = 0,69.....216	216
Tabla 59. Comparación por relaciones agua-cemento similares.....223	223
Tabla 60. Comparación por resistencias a la compresión similares	225
Tabla 61. Resumen de los ensayos de compresión, tracción y flexión del mortero con la desviación estándar y coeficiente de variación.....	226
Tabla 62. Resumen de los ensayos químicos a los agregados.....	228
Tabla 63. Resumen de ensayos realizados al agregado fino.....	230
Tabla 64. Resumen de ensayos al concreto fresco.....	232
Tabla 65. Resumen de ensayos realizados al concreto endurecido.....	234

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Análisis granulométrico – arena cuarzosa	75
Gráfico 2. Análisis granulométrico – arena fluvial	76
Gráfico 3. Módulo de fineza – arena cuarzosa y fluvial.....	79
Gráfico 4. Superficie específica – arena cuarzosa y fluvial	84
Gráfico 5. Peso unitario suelto – arena cuarzosa y fluvial	90
Gráfico 6. Peso unitario compactado – arena cuarzosa y fluvial	94
Gráfico 7. Pesos unitarios sueltos y compactados – arena cuarzosa y fluvial.....	94
Gráfico 8. Gravedad específica y absorción – arena cuarzosa y fluvial	103
Gráfico 9. Peso unitario del concreto con arena cuarzosa y fluvial.....	137
Gráfico 10. Rendimiento del concreto con arena cuarzosa y fluvial.....	141
Gráfico 11. Contenido de aire del concreto con arena cuarzosa y fluvial – método gravimétrico.....	145
Gráfico 12. Contenido de aire del concreto con arena cuarzosa y fluvial – olla Washington.....	149
Gráfico 13. Contenido de aire del concreto con el método gravimétrico y olla de Washington de la arena cuarzosa y fluvial.....	150
Gráfico 14. Asentamiento del concreto con arena cuarzosa y fluvial.....	154
Gráfico 15. Exudación del concreto con arena cuarzosa y fluvial	162
Gráfico 16. Temperatura del concreto con arena cuarzosa y fluvial	166
Gráfico 17. Resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa y fluvial - probetas de 4” de diámetro.....	186
Gráfico 18. Resistencia a la compresión del mortero con arena cuarzosa – con probetas de 4” y 6”.....	187
Gráfico 19. Resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – con probetas de 4” y 6”.....	188
Gráfico 20. Resistencia a la tracción del concreto con arena cuarzosa y fluvial.....	196
Gráfico 21. Resistencia a la tracción del concreto con arena cuarzosa	197
Gráfico 22. Resistencia a la tracción del concreto con arena fluvial	197
Gráfico 23. Resistencia a la flexión del concreto con arena cuarzosa y fluvial.....	206
Gráfico 24. Resistencia a la flexión del concreto con arena cuarzosa.....	207
Gráfico 25. Resistencia a la flexión del concreto con arena fluvial.....	207
Gráfico 26. Módulo elástico del concreto con arena cuarzosa y fluvial	217
Gráfico 27. Módulo elástico del concreto con arena cuarzosa.....	218
Gráfico 28. Módulo elástico del concreto con arena fluvial.....	218

RESUMEN

El objetivo de la investigación es de aportar datos y/o referencias acerca de la elaboración del concreto (cemento-arena) y sus propiedades para usos estructurales en la ciudad de Iquitos utilizando agregados de la ciudad como la arena blanca de las canteras cuarzosas y arena gris de las canteras fluviales. Como es de conocimiento en la ciudad de Iquitos no se puede elaborar concreto (cemento-arena-piedra) por falta de uno de los materiales principales como es la “piedra”, por lo que se opta elaborar concreto (cemento-arena) para sus construcciones. La investigación se divide en tres partes, la primera son los ensayos básicos que se tienen que realizar a los agregados (cantera cuarzosa y cantera fluviales) a utilizar en los diseños de mezcla (módulo de fineza, superficie específica, peso unitario suelto y compactado, absorción y gravedad específica), la segunda parte se muestra el procedimiento para los cálculos de los diseños de mezclas (con relaciones agua/cemento 0.58, 0.64 y 0.69 con agregados de la cantera fluvial y con relaciones agua/cemento 0.63, 0.70 y 0.77 con agregados de la cantera cuarzosa) obteniendo resultados (dosificaciones) para aplicar en obras, y como tercera parte se obtendrían valores de las propiedades del concreto (cemento-arena), como las propiedades en estado fresco (slump, rendimiento, peso unitario, porcentaje de aire atrapado, exudación, temperatura) y las propiedades del concreto (cemento-arena) en estado endurecido (resistencia a la compresión, a la flexión, a la tracción y módulo de elasticidad.); utilizando moldes de acero para probetas de 4” y 6” de diámetro y moldes rectangulares de acero para las vigas, cuyos resultados amplían el conocimiento sobre el comportamiento del concreto (cemento-arena).

PALABRAS CLAVES: Mortero, propiedades del mortero, diseño de mezcla de mortero, arenas, mortero en estado fresco, mortero en estado endurecido.

ABSTRACT

The objective of the research is to provide data and/or references about the elaboration of concrete (cement-sand) and its properties for structural uses in the city of Iquitos using aggregates from the city such as white sand from quartz quarries and sand. gray from river quarries. As is known in the city of Iquitos, it is not possible to make concrete (cement-sand-stone) due to the lack of one of the main materials such as "stone", so it is decided to make concrete (cement-sand) for its buildings. The investigation is divided into three parts, the first is the basic tests that have to be carried out on the aggregates (quartz quarry and fluvial quarry) to be used in the mix designs (fineness modulus, specific surface area, loose and compacted unit weight, absorption and specific gravity), the second part shows the procedure for the calculations of the mix designs (with water/cement ratios 0.58, 0.64 and 0.69 with aggregates from the fluvial quarry and with water/cement ratios 0.63, 0.70 and 0.77 with aggregates from the quartz quarry) obtaining results (dosages) to apply in works, and as a third part, values of the properties of the concrete (cement-sand) would be obtained, such as the properties in the fresh state (slump, yield, unit weight, percentage of trapped air, exudation, temperature) and the properties of concrete (cement-sand) in the hardened state (compressive strength, flexural strength, tensile strength and modulus of elasticity); using steel molds for 4" and 6" diameter specimens and rectangular steel molds for the beams, whose results broaden the knowledge about the behavior of concrete (cement-sand).

KEY WORDS: Mortar, mortar properties, mortar mix design, sands, fresh mortar, hardened mortar.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

1.1.1. Los autores: Dávila Panduro David y Vargas Rojas Eric Joe. En el año 2006 en la investigación “EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO CEMENTO -ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DE LA CANTERA BOCANEGRA DEL SECTOR DE PEÑA NEGRA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA”, llegaron a las siguientes conclusiones:

➤ **De las proporciones a/c:**

Los valores de las proporciones a/c para el diseño de mezcla fueron determinadas para obtener resultados exactos o aproximados a la resistencia especificada ($f'c$), las proporciones a/c para las resistencias especificadas de 280, 245, 210 y 175 kg/cm² son: 0.55, 0.58, 0.61 y 0.64 respectivamente.

Los valores de diseño en condiciones de laboratorio para un $f'c = 280, 245, 210$ y 175 kg/cm² son:

Componente/Resistencia	280	245	210	175
Cemento (kg/m ³)	564	534	508	484
Agua (lt/m ³)	310	310	310	310
Arena (kg/m ³)	1251	1275	1297	1316

El cemento representa una cantidad de 13.3 (a/c=0.55), 12.6 (a/c=0.58), 12 (a/c=0.61) y 11.4 (a/c=0.64) bolsas por metro cúbico de concreto; esto en condiciones de laboratorio, lo que permite a partir de estos valores añadir un margen de seguridad suficiente para ser usado en condiciones de obra sin la necesidad de sobredimensionar los componentes del concreto.

➤ **De las propiedades mecánicas:**

El módulo de elasticidad como se ha mencionado en el marco de referencia varia con diversos factores, notablemente con la resistencia del concreto, la edad del mismo, la proporción del agregado y el cemento, y la definición del módulo de elasticidad en sí, si es el módulo tangente, inicial o secante. A un más, el módulo puede variar con la velocidad de la aplicación de carga y con el tipo de muestra o probeta. Por consiguiente, es casi imposible predecir con exactitud el valor del módulo para un concreto dado.

El modelo matemático aproximado del módulo de elasticidad del concreto cemento-arena obtenido al correlacionar los resultados de los ensayos de deformación unitaria en probetas cilíndricas con la resistencia a la compresión especificada ($f'c$), cuyas características de sus componentes se encuentran especificadas en la presente investigación: $E_c = 10074\sqrt{f'c}$

El modelo matemático del módulo de elasticidad del concreto cemento-arena obtenida, es válido para aquellos concretos cementos arena cuyas características de sus componentes sean similares a las usadas en la presente investigación.

La presente investigación además contribuye al estudio y análisis del comportamiento del concreto empleado en la construcción de pavimentos rígidos. Esta investigación aporta un criterio alternativo de control de calidad usando el ensayo a la compresión o el ensayo de tracción indirecta como evaluadores de la calidad del concreto cemento-arena; ya que por su practicidad, facilidad y sencillez es posible elaborar un número mayor de probetas para este ensayo en un mismo periodo determinado. El módulo de rotura cuyo valor es imprescindible para el diseño de pavimento rígido, para el cual se ha obtenido ecuaciones a partir de las curvas de correlación M_r vs $f'c$ y M_r vs f_t , esto pretende ser una alternativa para llevar el control de calidad del concreto cemento-arena.

El modelo matemático del módulo de rotura del concreto cemento-arena obtenido al correlacionar los resultados de los de resistencia a flexión en vigas con la resistencia a la compresión especificada ($f'c$), cuyas características de sus componentes se encuentra especificadas en la presente investigación es la siguiente: $Mr = 2.33\sqrt{f'c}$.

El modelo matemático del módulo de rotura del concreto cemento-arena obtenido al correlacionar los resultados de los ensayos de resistencia a la flexión en vigas con la resistencia a la tracción indirecta en probetas cilíndricas, cuyas características de sus componentes se encuentran especificadas en la presente investigación es la siguiente $Mr = 8\sqrt{ft}$.

La resistencia a la tracción por compresión diametral o tracción indirecta del concreto cemento-arena cuyas características de sus componentes se encuentran especificadas en la presente investigación, convergen el valor del 9% de la resistencia a la compresión especificada ($f'c$).

➤ **De las propiedades físicas:**

El peso unitario del concreto cemento-arena, obtenido a partir de los ensayos de peso unitario del concreto fresco converge en un valor promedio de 2064 kg/m³.

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

F'c (kg/cm²)	Peso Unitario Teórico (kg/m³)	Peso Unitario Real (kg/m³)	Rendimiento (%)
175	2109	2059	98
210	2112	2061	98
245	2114	2062	98
280	2119	2075	98
PROMEDIO		2064	

El ensayo para medir el rendimiento del concreto cemento-arena en obra es muy importante especialmente si se trata de obras con grandes

volúmenes de concreto, en la presente investigación se ha realizado el ensayo de rendimiento del concreto cuyo valor converge en un 98%, lo que representa una del 2% de las componentes del concreto cemento-arena. Se considera un porcentaje aceptable a partir de 98%.

El intervalo de tiempo desde el momento del vaciado hasta el inicio del curado está dado por el tiempo que dura el proceso de exudación, ya que el curado se iniciara inmediatamente después de haber concluido dicho proceso. El intervalo de tiempo de exudación estará en función de los factores climatológicos, así como a las características y proporción de sus componentes. El volumen de exudación del concreto cemento-arena es mayor que la del concreto normal debido a un mayor contenido de cemento en sus proporciones. **(1)**

1.1.2. Los autores: Delly Jessenia Mora Nuñez y Víctor Osvaldo Da Silva Del Águila, en el año 2012, en la investigación: “ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I Co PLUS +”, indican lo siguiente:

➤ **Conclusiones:**

La incorporación de fibras de acero y polipropileno, tiene una serie de repercusiones sobre las propiedades del concreto en estado fresco, destacando entre ellas la reducción de la trabajabilidad. A medida que se iban incorporando en el trompo las fibras, se pudo apreciar que en el caso del polipropileno por ser menos denso se perdió un pequeño porcentaje de este material a medida que giraba el trompo; así mismo una vez adicionadas las fibras de acero en el trompo, se generó un mayor tiempo de mezclado.

La pérdida de trabajabilidad en el concreto con fibras está acompañada de un efecto que puede ser beneficioso, ya que de este modo se aumenta la cohesión del concreto.

En base a la bibliografía estudiada se encuentra que existe acuerdo en cuanto a que el concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno mejora en forma notable la resistencia a la figuración, además de mejorar la capacidad de deformación del concreto otorgándole mayor tenacidad y ductilidad.

En cuanto a las propiedades mecánicas del concreto endurecido, de acuerdo a los ensayos realizados se observa que la resistencia a la compresión f_c a los 28 días en el caso con fibras es menor, en todos los casos, que cuando no se usan fibras. Veamos:

Valores del f_c a los 28 días con o sin fibras

f_c (Kg/cm ²)	f_c SIN FIBRAS	f_c CON FIBRAS	DISMINUCIÓN DEL f_c
175	204	165	-39 (19.12%)
210	251	238	-13 (5.18%)
245	310	288	-22 (7.09%)

Se puede decir, que la adición simultánea de fibras de acero y de polipropileno reduce en promedio la resistencia f_c a los 28 días del concreto, en un 10.46%.

Se observa que en la resistencia a la flexión si bien aumenta en una de las resistencias; este aumento es muy pequeño. Se puede decir, que la adición de fibra de acero y polipropileno no tiene mayor influencia en el aumento de la resistencia a la flexión del concreto (Obtención del Módulo de Rotura MR). El aporte de las fibras a la resistencia a la flexión del concreto es que evita que este tenga una falla frágil y explosiva, dándole ductilidad al compuesto. Los resultados obtenidos son concordantes con la literatura actual.

El agregado fino empleado en la investigación muestra valores de módulo de fineza de 1.5 lo cual indica que a través del tiempo la explotación de las

canteras de la ciudad de Iquitos viene dejando potencias de arena con mayor módulo de fineza que con respecto a años anteriores.

Los pesos unitarios del concreto cemento – arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno de calidades $f'c=175, 210$ y 245 Kg/cm^2 , convergen al valor de $2,024 \text{ Kg/m}^3$, inferior al valor de $2,400 \text{ Kg/m}^3$ comúnmente empleado.

Los valores del Módulo de Rotura MR del concreto cemento–arena reforzada con fibras de acero y polipropileno a edades iguales o superiores a los 28 días, resultaron mayores a las resistencias previstas según la Norma peruana E.060 y estudios científicos anteriores. Veamos:

Ecuaciones del Módulo de Rotura MR

FUENTE	FÓRMULA
Norma peruana E.060	$2.00 \sqrt{f'c}$
Tesis Dávila Panduro	$2.33 \sqrt{f'c}$
Obtenida en la presente Tesis	$2.59 \sqrt{f'c}$

Los resultados experimentales resultan ser favorables pues indican que realmente las vigas tienen un mayor MR que el usado actualmente en los cálculos (Norma E.060).

Permitir que una viga se seque dará como resultado resistencias más bajas. Las vigas deben ser curadas de forma normativa y ensayadas mientras se encuentren húmedas. El cumplimiento de todos estos requerimientos en el lugar de trabajo es extremadamente difícil lo que da frecuentemente como resultado, valores del Módulo de Rotura no confiables y generalmente bajos.

La cantidad de fibras utilizadas simultáneamente en el concreto cemento–arena reforzada fue de 25 kg/m³ para las fibras de acero Wirand FF1 y de 800 gr/m³ para las de polipropileno Fibromac 12.

➤ **Recomendaciones:**

De lo investigado en el presente trabajo de investigación, podemos recomendar lo siguiente:

Se debe utilizar cemento en buen estado, sin presencia de grumos ya que esto influye en la resistencia f_c del concreto.

El agua usada en la mezcla y curado debe ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto. Por ello, es recomendable utilizar agua potable.

Las muestras para el estudio de concreto cemento – arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno, deben ser tomadas de una sola tanda para garantizar que las pruebas tengas resultados con el mínimo de dispersión. Esto facilita el manejo seguro y confiable de los resultados obtenidos.

Como consecuencia del análisis de los resultados de la presente investigación, se puede señalar que las aplicaciones en las cuales el concreto reforzado con fibra de acero y polipropileno puede brindar excelentes resultados, son en losas y pavimentos, debido fundamentalmente porque mejora su tenacidad y controla adecuadamente la aparición de fisuras.

Para el caso en particular de la Fibra Wirand FF1, se recomienda mezclar hasta que todas las fibras se separen individualmente, aun cuando esto aumente el tiempo de batido.

Para el proceso de mezclado, se recomienda no añadir nunca las fibras como primer componente en la mezcladora, sino introducirlas junto con los agregados.

Se recomienda mezclar hasta que todas las fibras se separen individualmente, esto aumentará el tiempo de batido normal en 2 a 2.5 minutos adicionales.

La utilización apropiada del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno depende en gran parte de la habilidad del ingeniero para aprovechar las características mejoradas del concreto bajo una carga dada para una aplicación determinada.

Se recomienda realizar investigaciones futuras para obtener la Tenacidad del concreto reforzado con fibras.

Continuar con la investigación en próximos estudios modificando de manera controlada y sistemática las siguientes variables:

Tipo de cemento.

Tasa de fibras de acero.

Tasa de fibras de polipropileno.

Módulo de fineza del agregado fino.

Cantidad de probetas, vigas y losas.

Dimensiones y espesores de las losas usando una escala real 1:1. **(2)**.

1.2. BASES TEORICAS

1.2.1. MORTERO: ORIGEN Y DESARROLLO

El origen de los morteros está íntimamente ligado al de los conglomerantes, que forman parte importante de su composición: Hace 5.000 años aparecen al norte de Chile las primeras obras de piedra unidas por un conglomerante hidráulico procedente de la calcinación de algas, estas obras formaban las paredes de las chozas utilizadas por los indígenas. También los egipcios emplearon morteros de yeso y de cal en sus construcciones monumentales. Los constructores griegos y romanos descubrieron que ciertos materiales volcánicos (cenizas), mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua, dulce o salada. Estas cenizas las encontraron en un lugar llamado Puteoli conocido hoy como Puzzuoli, de aquí que a este cemento se le llamase «cemento de puzolana». Hasta el siglo XVIII sólo se utilizan los morteros de cal, yesos y materiales puzolánicos (tierra de diatomeas etc.). En 1824, James Parker y Joseph Aspdin patentan el Cemento Portland dándole este nombre por motivos comerciales, en razón de su color y dureza que recuerdan a las piedras de Portland, materia que obtuvieron de la calcinación a alta temperatura de una Caliza Arcillosa. Desde finales del siglo XIX se perfecciona el proceso de fabricación que posteriormente desencadenó la fabricación de los actuales cementos Portland, material íntimamente ligado a la producción de los morteros de hoy.

1.2.2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIONES

Los morteros se definen como mezclas de uno o más conglomerantes inorgánicos, áridos, agua y a veces adiciones y/o aditivos. Entendemos por mortero fresco el que se encuentra completamente mezclado y listo para su uso. Contrariamente a otros materiales constructivos, el mortero tiene la peculiaridad de ser empleado en muy distintas aplicaciones en edificación.

Estas posibilidades vienen determinadas por los siguientes factores:

- ❖ **Adaptabilidad formal.** El mortero se puede adaptar a cualquier superficie y volumen, forma e intersticio. Tampoco requiere tolerancias dimensionales.
- ❖ **Facilidad de aplicación.** A diferencia de otros materiales los morteros no requieren especial sofisticación para su puesta en obra. Pueden ser aplicados manualmente o por proyección.
- ❖ **Prestaciones diseñables.** El mortero ofrece la posibilidad de adaptar sus propiedades a las exigencias que se deseen conforme a la composición y dosificación precisas.

Los morteros principalmente tienen un uso enfocado hacia la albañilería común, si bien pueden tener otras aplicaciones derivadas de las prestaciones específicas de los morteros especiales.

1.2.3. MORTEROS SEGÚN SU APLICACIÓN

Todas estas posibilidades dan origen a una diversa gama de productos designados bajo la acepción de morteros especiales. Podemos establecer una primera clasificación de acuerdo con su aplicación constructiva en la que diferenciamos:

- Morteros para formación de fábricas.
- Morteros de revestimiento.
- Morteros para solados.
- Morteros cola.
- Morteros de reparación.
- Morteros impermeabilizantes.

Esta clasificación puede diversificarse e incrementarse, pero las clases de morteros señaladas cubren la mayor parte de las aplicaciones edificatorias.

1.2.4. MORTEROS SEGÚN EL CONCEPTO

El desarrollo industrializado de los morteros ha facilitado la capacidad de producir morteros a la medida del cliente, tanto en lo relativo a las

propiedades que tendrá el mortero servido como en la afinada composición y proporción de sus componentes. Conforme a esto cabe otra clasificación definida según el concepto, bien de prestación (propiedades a obtener), bien de receta (composición y proporciones de la mezcla). La Norma UNE-EN-998-2 diferencia en este sentido:

- a) **Morteros diseñados** Son morteros cuya composición y sistema de fabricación se han elegido por el fabricante con el fin de obtener unas propiedades demandadas específicamente por el cliente.

- b) **Morteros de receta o prescritos** Son morteros que se fabrican con unas composiciones determinadas y cuyas propiedades dependen de las proporciones de los componentes declarados. Usualmente se denominan según las proporciones de sus componentes según el orden:

Conglomerante : arena

En el caso de morteros mixtos, al existir más conglomerantes se suele ordenar:

Cemento : cal : arena

Un mortero al que demandamos una determinada resistencia es un mortero diseñado. Un mortero en el que prescribimos la proporción de cemento-arena es un mortero de receta. Lógicamente es obligado atenerse a uno u otro concepto a la hora de demandar el producto. No es consecuente exigir a un mortero cuya proporción de mezcla preestablecemos que alcance una determinada resistencia.

(03)

1.2.5. PROPIEDADES DEL CONCRETO (iguales a los del mortero).

Para cada caso particular de empleo se requieren en el concreto determinadas propiedades. Es por ello que el conocimiento de todas y cada una de las propiedades del concreto, así como de la interrelación entre ellas, es de importancia para el ingeniero el cual debe decidir, para cada caso particular de empleo del concreto, la mayor o menor importancia de cada una de ellas.

Al analizar las propiedades del concreto, el ingeniero debe recordar las limitaciones de las mismas en función de las múltiples variables que pueden actuar sobre el concreto modificándolo. En este análisis es importante que el ingeniero recuerde que el concreto, como cualquier otro material, puede sufrir adicionalmente modificaciones en el tiempo y que puede claudicar por fallas atribuibles a problemas de durabilidad, aun cuando su resistencia haya sido la adecuada.

En el análisis de las propiedades del concreto es importante recordar que ellas están íntimamente asociadas con las características y proporciones relativas de los materiales integrantes; que la calidad, cantidad y densidad de la pasta es determinante en las propiedades del concreto; y que la relación agua-cemento lo es sobre las características de la pasta.

EN ESTADO FRESCO:

➤ 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.

➤ **MOVILIDAD**

Es la facilidad del concreto a ser desplazado mediante la aplicación de trabajo externo. Se evalúan en función de la viscosidad, cohesión y resistencia interna al corte. La viscosidad viene dada por la fricción entre las capas de la pasta de cemento, la cohesión es la fuerza de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, y la resistencia interna al corte la provee la habilidad de las partículas de agregados a rotar y desplazarse dentro de la pasta.

➤ **CONSISTENCIA**

La consistencia se refiere a la fluidez de la mezcla, es decir, a su capacidad de desplazarse dentro de los encofrados y llenarlos enteramente. Depende, principalmente, de la cantidad de agua aportada en el mezclado; también, de la cantidad de mezcla; igualmente, de la forma y tamaño de los agregados.

La consistencia de una mezcla cualquiera puede apreciarse a simple vista; no obstante, esta manera empírica no es indicativa de regularidad o uniformidad. Para evaluar y controlar de modo apropiado la consistencia de las mezclas se emplea el método del asentamiento o “slump”.

➤ **COMPACTIDAD**

Es la medida de la facilidad con que puede compactarse el concreto fresco.

➤ **EXUDACIÓN**

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto.

Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.

➤ **SEGREGACIÓN**

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas desciendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz.

Cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan del mortero y se produce lo que se conoce como segregación. En los concretos con contenidos de piedra > del 55% en peso con respecto al peso total de agregados, es frecuente confundir la segregación con la apariencia normal de estos concretos, lo cual es muy simple de verificar obteniendo dos muestras de concreto fresco de sitios diferentes y comparar el contenido de gruesos por lavado, que no deben diferir en más de 6%.

➤ **ASENTAMIENTO**

Los principales factores que influyen en el asentamiento y el sangrado del concreto son de orden intrínseco, y se relacionan con exceso de fluidez en las mezclas, características deficientes de forma, textura superficial y granulometría en los agregados (particularmente falta de finos en la arena) y reducido consumo unitario y/o baja finura en el cementante. Consecuentemente, las medidas aplicables para moderar el asentamiento y el sangrado consisten en inhibir la presencia de dichos factores, para lo cual es pertinente:

- Emplear mezclas de concreto con la consistencia menos fluida que pueda colocarse satisfactoriamente en la estructura, y que posea el menor contenido unitario de agua que sea posible, inclusive utilizando aditivos reductores de agua si es necesario.

- Utilizar agregados con buena forma y textura superficial y con adecuada composición granulométrica; en especial, con un contenido de finos en la arena que cumpla especificaciones en la materia.
- Ensayar el uso de un aditivo inclusor de aire, particularmente cuando no sea factible cumplir con la medida anterior.
- Incrementar el consumo unitario de cemento y/o utilizar un cemento de mayor finura, como el portland tipo III o el portland-puzolana.

EN ESTADO ENDURECIDO:

➤ ELASTICIDAD

Los conocimientos de las propiedades elásticas del concreto son necesarias para establecer la relación entre tensiones y deformaciones, aspecto que adquiere gran importancia en algunos problemas de tipo estructural, particularmente cuando el cálculo de deformaciones es determinante.

La relación entre tensiones y deformaciones se establece a través del módulo de elasticidad. Para los materiales totalmente elásticos, el módulo de elasticidad es constante e independiente de la tensión aplicada, acostumbrando a designársele con el nombre de módulo de Young. En otros materiales, designados inelásticos en cambio, el módulo de elasticidad depende del valor de la tensión aplicada.

Lo más frecuente, sin embargo, es que los materiales presenten una combinación de ambos comportamientos, inicialmente elástico y posteriormente inelásticos al aumentar la tensión aplicada.

➤ RESISTENCIA

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto, pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

- ❖ **A compresión:** Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 kg/cm², habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencia sobre 700 kg/cm².

Tecnologías con empleo de los llamados polímeros, constituidos por aglomerantes sintéticos que se añaden a la mezcla, permiten obtener resistencias en compresión que bordean los 1,500 kg/cm², y todo parece indicar que el desarrollo de estas técnicas permitirá en el futuro superar incluso estos niveles de resistencia.

- ❖ **A tracción:** La resistencia a tracción del concreto ha sido considerablemente menos estudiada que la resistencia a compresión, en parte debido a la mayor incertidumbre que existe para su determinación. Esta incertidumbre empieza con la forma de ejecución del ensayo, existiendo tres formas distintas para efectuarlo: por tracción directa, por flexión y por tracción indirecta, cada uno de las cuales conduce a valores sensiblemente diferentes.

➤ **CONTRACCIÓN**

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia.

Ya hemos visto que la pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible.

Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla.

Este proceso no es irreversible, ya que, si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida.

Esta propiedad se tratará con mucha amplitud al tocar el tema de los cambios volumétricos en el concreto, siendo lo fundamental en este Capítulo, el tener claro que el concreto de todas maneras se contrae y si no tomamos las medidas adecuadas indefectiblemente se fisura, y en muchos casos esta fisuración es inevitable por lo que sólo resta prevenirla y orientarla.

➤ **EXTENSIBILIDAD**

Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones.

Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo.

El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes.

➤ **DURABILIDAD**

Durante toda su vida útil, el hormigón está permanentemente expuesto a las acciones provenientes de agentes externos e internos, que pueden afectar su durabilidad si no se les tiene debidamente en cuenta.

De acuerdo a su origen, estas acciones pueden ser producidas por agentes físicos o químicos.

➤ **IMPERMEABILIDAD**

El concreto es un material permeable, es decir que, al estar sometido a presión de agua exteriormente, se produce escurrimiento a través de su masa.

El grado de permeabilidad del concreto depende de su constitución, estando normalmente comprendido su coeficiente de permeabilidad entre 10^{-6} y 10^{-10} cm/seg.

Las medidas que pueden esbozarse para lograr un mayor grado de impermeabilidad son:

- a) Utilizar la razón agua/cemento más baja posible, compatible con la obtención de una trabajabilidad adecuada para el uso en obra del hormigón.
- b) Utilizar la dosis de cemento más baja posible, compatible con la resistencia y otras condiciones que establezcan las especificaciones del proyecto.
- c) Emplear un contenido apropiado de granos finos, incluido los aportados por el cemento, para lograr un buen relleno del esqueleto de áridos del hormigón. La cantidad ideal de granos finos puede establecerse a partir de los métodos de dosificación granulométricos. **(04)**

1.2.6. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CEMENTO

➤ **FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO**

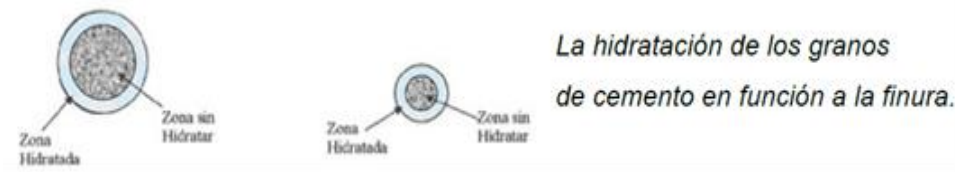
El fraguado es la pérdida de plasticidad que sufre la pasta de cemento. La velocidad de fraguado viene limitado por las normas estableciendo un periodo de tiempo, a partir del amasado, dentro del cual debe producirse el principio y fin del fraguado. Este proceso es controlado por medio del ensayo de la aguja de Vicat (NB 063; ASTM C191), que mide el inicio y

fin del fraguado en mediciones de penetraciones cada 15 min, de la siguiente manera:

- ❖ **Inicio del Fraguado.** - Cuando la aguja no penetra más de 25 mm en la pasta. Se recomienda que una vez iniciado el fraguado el cemento ya deba estar totalmente colocado y no debe moverse de su lugar, ya que se originaran fisuras.
- ❖ **Fin del Fraguado.** - Cuando la aguja no deja marcas e la superficie de la pasta.
- ❖ **Falso Fraguado o endurecimiento prematuro.** - Se manifiesta por un endurecimiento rápido del hormigón poco después del mezclado. Si este es resultado de la deshidratación del yeso durante el proceso de molido, por lo general desaparecerá con un mezclado adicional. Si es resultado de la interacción cemento aditivo, es posible que se requieran agua y mezclado adicionales para mitigar el problema.
- ❖ **Fraguado por compactación.** - En ocasiones, en el manejo del cemento a granel, se encuentra que el cemento presenta cierta dificultad para fluir o que fluye mal. Este "fraguado por compactación", no tiene efecto sobre las propiedades del cemento para producir el hormigón. El problema suele ser la humedad, instalaciones de manejo inadecuadamente diseñadas o haber dejado que el cemento se asentara, por demasiado tiempo sin moverlo.

➤ **FINURA**

Influye decisivamente en la velocidad de reacciones químicas que tienen lugar durante el fraguado y el principio de este. Al entrar en contacto con el agua, los granos de cemento solo se hidratan en una profundidad de 0,01 mm, por lo que, si dichos granos fuesen muy gruesos, su rendimiento sería muy pequeño, al quedar en su interior un núcleo prácticamente inerte, como se ilustra en la figura:



Si el cemento posee una finura excesiva, su retracción y calor de hidratación serán muy altos, se vuelve más susceptible a la meteorización y disminuye su resistencia a las aguas agresivas, lo que en general resulta muy perjudicial. La finura influye sobre las propiedades de ganancia de resistencia, en especial hasta un envejecimiento de 7 días. Por esta razón, el cemento del Tipo III se muele más fino que los otros tipos. Aun cuando las especificaciones (NB 011; ASTM C150) señalan una finura mínima la mayor parte de los cementos sobrepasan este mínimo en entre un 20 y un 40%.

➤ **RESISTENCIA MECÁNICA**

La velocidad de endurecimiento del cemento depende de las propiedades químicas y físicas del propio cemento y de las condiciones de curado, como son la temperatura y la humedad. La relación agua/cemento (A/C) influye sobre el valor de la resistencia última, con base en el efecto del agua sobre la porosidad de la pasta. Una relación A/C elevada produce una pasta de alta porosidad y baja resistencia. La resistencia es medida a los 3, 7 y 28 días, teniendo estas que cumplir los valores mínimos.

Para determinar la resistencia a la compresión, se realiza el ensayo de Compresión (NB 470; ASTM C109), en el cual se usan cubos de mortero de 5 cm. por lado, con una relación constante agua/cemento de 0.485, y para los cementos con puzolana se calcula esta relación, según el contenido de puzolana, hasta lograr la consistencia especificada. El mortero para las pruebas consta de una parte de cemento y 2.75 partes de arena graduada estándar, mezclados con agua. Los cubos de mortero se preparan en moldes que se compactan en 2 capas con una varilla normalizada, se deja secar en una cámara con humedad mayor al 90%. Luego se desmolda y se coloca en agua saturada de Oxido de Calcio a una temperatura entre 23 a 25°C.

El ensayo se lleva a cabo en la máquina de compresión, donde se colocan los cubos y se les aplica presión, hasta la rotura.

Los cubos son curados unas 24 horas en los moldes, luego son removidos de estos y son sumergidos en agua con cal hasta el momento de realizarse el ensayo.

TABLA 1.3 CATEGORÍAS DE RESISTENCIA DE LOS CEMENTOS

Categorías resistentes		Resistencias a la compresión* (MPa) (NB470)		
		Minimas a 3 días	Minimas a 7 días	Minimas a 28 días
Alta	40	17	25	40
Media	30	-	17	30
Corriente	25	-	15	25
Tipo de Cemento		Resistencias a la compresión (MPa) (ASTM 109)		
Tipo I		12	19	-

* La mayoría de los cementos superan ampliamente los requisitos de resistencia de la especificación.

➤ **EXPANSIÓN**

El exceso de cal libre o de magnesia en el cemento da por resultado expansión y la desintegración del hormigón hecho con ese cemento.

En el caso de la cal libre, se debe a partículas de esta que no llegan a combinarse con los demás componentes y que van aumentando de volumen hasta explotar.

En el caso de la magnesia se debe a la formación de la periclasa, formada por el óxido de magnesio que se origina cuando el Clinker no ha sido enfriado rápidamente al salir del horno. La expansión producida por el magnesio se presenta a largo plazo, produciendo fisuras, por lo cual la Norma limita la cantidad de óxido de magnesio al 6.0%.

➤ **FLUIDEZ**

La fluidez es una medida de la consistencia de la pasta de cemento expresada en términos del incremento del diámetro de un espécimen moldeado por un medio cono, después de sacudir un número específico de veces.

1.2.7. TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

➤ **PORTLAND TIPO I**

Es un cemento normal, se produce por la adición de Clinker más yeso. De uso general en todas las obras de ingeniería donde no se requiera miembros especiales. De 1 a 28 días realiza 1 al 100% de su resistencia relativa.

➤ **PORTLAND TIPO II**

Cemento modificado para usos generales. Resiste moderadamente la acción de los sulfatos, se emplea también cuando se requiere un calor moderado de hidratación. El cemento Tipo II adquiere resistencia más lentamente que el Tipo I, pero al final alcanza la misma resistencia. Las características de este Tipo de cemento se logran al imponer modificaciones en el contenido de Aluminato Tricálcico (C3A) y el Silicato Tricálcico (C3S) del cemento. Se utiliza en alcantarillados, tubos, zonas industriales. Realiza del 75 al 100% de su resistencia.

➤ **PORTLAND TIPO III**

Cemento de alta resistencia inicial, recomendable cuando se necesita una resistencia temprana en una situación particular de construcción. El concreto hecho con el cemento Tipo III desarrolla una resistencia en tres días, igual a la desarrollada en 28 días para concretos hechos con cementos Tipo I y Tipo II; se debe saber que el cemento Tipo III aumenta la resistencia inicial por encima de lo normal, luego se va normalizando hasta alcanzar la resistencia normal. Esta alta resistencia inicial se logra al aumentar el contenido de C3S y C3A en el cemento, al molerlo más fino; las especificaciones no exigen un mínimo de finura, pero se advierte un límite práctico cuando las partículas son tan pequeñas que una cantidad muy pequeña de humedad pre hidratada el cemento durante el almacenamiento manejo. Dado a que tiene un gran desprendimiento de calor el cemento Tipo III no se debe usar en grandes volúmenes. Con 15% de C3A presenta una mala resistencia al sulfato. El contenido de C3A

puede limitarse al 8% para obtener una resistencia moderada al sulfato o al 15% cuando se requiera alta resistencia al mismo, su resistencia es del 90 al 100%.

➤ **PORTLAND TIPO IV**

Cemento de bajo calor de hidratación se ha perfeccionado para usarse en concretos masivos. El bajo calor de hidratación de Tipo IV se logra limitándolos compuestos que más influye en la formación de calor por hidratación, o sea, C3A y C3S. Dado que estos compuestos también producen la resistencia inicial de la mezcla de cemento, al limitarlos se tiene una mezcla que gana resistencia con lentitud. El calor de hidratación del cemento Tipo IV suele ser de más o menos el 80% del Tipo II, el 65% del Tipo I y 55% del Tipo III durante la primera semana de hidratación. Los porcentajes son un poco mayores después de más o menos un año. Es utilizado en grandes obras, moles de concreto, en presas o túneles. Su resistencia relativa de 1 a 28 días es de 55 a 75%.

➤ **PORTLAND TIPO V**

Cemento con alta resistencia a la acción de los sulfatos, se especifica cuando hay exposición intensa a los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar. La resistencia al sulfato del cemento Tipo V se logra minimizando el contenido de C3A, pues este compuesto es el más susceptible al ataque por el sulfato. Realiza su resistencia relativa del 65 al 85 %.

TABLA 1.9 RESISTENCIAS DE LOS CEMENTOS TIPO I, II, III, IV Y V

Tipos de cemento Portland	Resistencia a la compresión [%]			
	3 días	7 días	28 días	3 meses
I. Usos generales	100	100	100	100
II. Modificado	85	89	96	100
III. Alta resistencia inicial	195	120	110	100
IV. Bajo calor	-	36	62	100
V. Resistente al sulfato	67	79	85	100

(05)

1.2.8. CANTERAS:

DEFINICIÓN:

Es el término genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales; también es una explotación superficial a cielo abierto de una roca muy bien clasificada y cuantificada, a excepción de las calizas, carbón y metales, donde se refiere a la actividad minera que produce áridos: rajón, gravas, gravillas, arenas, etc., que abastecen las necesidades de la construcción; además donde se aplica la más variada tecnología que va desde el pico y la pala hasta la pólvora y maquinaria de diferente orden. Igualmente se refiere a las explotaciones a cielo abierto de materiales de construcción entre los cuales se incluyen las rocas industriales y ornamentales, gravas, gravillas, arenas y arcillas.

Es el lugar donde se extraen materiales de construcción, sea directamente o después de transformación, áridos para vías, o materiales para otras necesidades ingenieriles tales como enrocados, terraplenes y obras de contención. Excluyendo de esta clasificación la extracción de minerales propiamente dichos. Las canteras son la fuente principal de materiales pétreos los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles, estructuras, vías, presas y embalses, entre otros. Por ser materia prima en la ejecución de estas obras, su valor económico representa un factor significativo en el costo total de cualquier proyecto. La cantera puede contener roca estratificada o roca blanda (caliza, arenisca) que liberan un polvo fino.

TIPOS DE CANTERA

- **Cantera de aluvión:** Llamadas también canteras fluviales, en las cuales los ríos como agentes naturales de erosión, transportan durante grandes recorridos las rocas aprovechando su energía cinética para depositarlas en zonas de menor potencialidad formando grandes depósitos de estos materiales entre los cuales se encuentran desde cantos rodados y gravas hasta arena, limos y arcillas; la dinámica

propia de las corrientes de agua permite que aparentemente estas canteras tengan ciclos de autoabastecimiento, lo cual implica una explotación económica, pero de gran afectación a los cuerpos de agua y a su dinámica natural. Dentro del entorno ambiental una cantera de aluvión tiene mayor aceptación en terrazas alejadas del área de influencia del cauce que directamente sobre él. En las canteras de río, los materiales granulares que se encuentran son muy competentes en obras civiles, debido a que el continuo paso y transporte del agua desgasta los materiales quedando al final aquellos que tiene mayor dureza y además con características geométricas típicas como sus aristas redondeadas. Estos materiales son extraídos con palas mecánicas y cargadores de las riberas y cauces de los ríos.

- **Cantera de roca:** Más conocidas como canteras de peña, las cuales tienen su origen en la formación geológica de una zona determinada, donde pueden ser sedimentarias, ígneas o metamórficas; estas canteras por su condición estática, no presentan esa característica de autoabastecimiento lo cual las hace fuentes limitadas de materiales. Las canteras de peña, están ubicadas en formaciones rocosas, montañas, con materiales de menor dureza, generalmente, que los materiales de ríos debido a que no sufren ningún proceso de clasificación; sus características físicas dependen de la historia geológica de la región, permitiendo producir agregados susceptibles para su utilización industrial; estas canteras se explotan haciendo cortes o excavaciones en los depósitos. Estos dos tipos de canteras se diferencian básicamente en dos factores, los tipos de materiales que se explotan y los métodos de extracción empleados para obtenerlos. **(06)**
- **Cantera de arena cuarzosa blanca:** la geología de las formaciones donde se ubican las canteras de arenas cuarzosas, pertenece a la estructura geológica de la selva baja, donde se ubica la gran cuenca Amazónica. Dentro de esta estructura geológica esta la formación Iquitos que es una unidad litoestratigráfica de un espesor aproximado

de 12 m. de materiales granulares, los mismos que se apoya sobre formaciones del sistema Neógeno; en este sistema se alberga las formaciones Nauta, Ipururo y Pebas.

Un aspecto resaltante es que la formación Iquitos se caracteriza por su coloración blanca y porque generalmente está ubicada en terrazas altas; definiendo un relieve casi llano y rellenando paleo relieves labrados en las formaciones Nauta, Ipururo o Pebas.

Las arenas de cantera encontradas en la formación Iquitos, litológicamente provienen del cuarzo, cuarcita y algunas calizas y rocas volcánicas; su granulometría predominante es de grano fino o grueso, sub angulosas a sub redondeadas, con granos equigranulares, de color blanco; en algunos casos presentan coloraciones rosadas y amarillentas debidas a la oxidación y alteración de los minerales de hierro. **(07)**

1.2.9. AGREGADOS:

INTRODUCCIÓN

Antiguamente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas, la tecnología moderna se establece que siendo este material el que mayor % de participación tendrá dentro de la unidad cúbica de concreto sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades del concreto.

La influencia de este material en las propiedades del concreto tiene efectos importante no sólo en el acabado y calidad final del concreto sino también sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto endurecido.

La norma de concreto E-060, recomienda que a pesar que en ciertas circunstancias agregados que no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado un buen comportamiento en experiencias de obras

ejecutadas, sin embargo debe tenerse en cuenta que un comportamiento satisfactorio en el pasado no garantiza buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones, en la medida de lo posible deberán usarse agregados que cumplan con las especificaciones del proyecto.

CONCEPTOS:

Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementicia, elementos de comportamientos bien diferenciados:

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la **NTP 400.011**.

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Los agregados son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros).

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80-90% del peso total de concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características

del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones.

CLASIFICACIÓN:

Existen varias formas de clasificar a los agregados, algunas de las cuales son:

➤ **POR SU NATURALEZA:**

Los agregados pueden ser naturales o artificiales, siendo los naturales de uso frecuente, además los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en: agregado grueso, fino y hormigón (agregado global).

a) ***El agregado fino***, se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

b) ***El agregado grueso***, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

c) ***El hormigón***, es el material conformado por una mezcla de arena y grava este material mezclado en proporciones arbitrarias se encuentra en forma natural en la corteza terrestre y se emplea tal cual se extrae en la cantera.

➤ **POR SU DENSIDAD:**

Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.

➤ **POR EL ORIGEN, FORMA Y TEXTURA SUPERFICIAL:**

Por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angularidades. En términos descriptivos la forma de los agregados puede ser:

- Angular: Poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- Sub angular: Evidencia de algo de desgaste en caras y bordes.
- Sub redondeada: Considerable desgaste en caras y bordes.
- Redondeada: Bordes casi eliminados.
- Muy Redondeada: Sin caras ni bordes

➤ **POR EL TAMAÑO DEL AGREGADO:**

Según su tamaño, los agregados para concreto son clasificados en:

- Agregados finos (arenas) y
- Agregados gruesos (piedras).

FUNCIONES EN EL CONCRETO

El agregado dentro del concreto cumple principalmente las siguientes funciones:

- a) Como esqueleto o relleno adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo el contenido de pasta en el metro cúbico.
- b) Proporciona una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.
- c) Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta.

Los agregados finos son comúnmente identificados por un número denominado Módulo de ***finura***, que en general es más pequeño a medida que el agregado es más fino. La función de los agregados en el concreto

es la de crear un esqueleto rígido y estable lo que se logra uniéndolos con cemento y agua (pasta). Cuando el concreto está fresco, la pasta también lubrica las partículas de agregado otorgándole cohesión y trabajabilidad a la mezcla.

Para cumplir satisfactoriamente con estas funciones la pasta debe cubrir totalmente la superficie de los agregados Si se fractura una piedra, como se observa en la figura, se reducirá su tamaño y aparecerán nuevas superficies sin haberse modificado el peso total de piedra.

Por la misma razón, los agregados de menor tamaño tienen una mayor superficie para lubricar y demandarán mayor cantidad de pasta. En consecuencia, para elaborar concreto es recomendable utilizar el mayor tamaño de agregado compatible con las características de la estructura.

La textura del material, dice que tan lisa o rugosa es la superficie del material es una característica ligada a la absorción pues agregados muy rugosos tienen mayor absorción que los lisos además que producen concretos menos plásticos

Los agregados finos y gruesos ocupan comúnmente de *60% a 75%* del volumen del concreto (*70% a 85% en peso*), e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclado y endurecido, en las proporciones de la mezcla, y en la economía. Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5mm. Los agregados gruesos consisten en una grava o una combinación de grava o agregado triturado cuyas partículas sean predominantemente mayores que *5mm* y generalmente entre *9.5 mm* y *38mm*. Algunos depósitos naturales de agregado, a veces llamados gravas de mina, río, lago o lecho marino. El agregado triturado se produce triturando roca de cantera, piedra bola, guijarros, o grava de gran tamaño. La escoria de alto horno enfriada al aire y triturada también se utiliza como agregado grueso o fino.

Los agregados de calidad deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia la pasta del cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables. Los agregados que contengan cantidades apreciables de esquistos o de otras rocas esquistas, de materiales suaves y porosos, y ciertos tipos de horsteno deberán evitarse en especial, puesto que tiene baja resistencia al intemperismo y pueden ser causa de defectos en la superficie tales como erupciones.

PROPIEDADES:

GRANULOMETRIA:

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (*norma ASTM C 136*). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar *ASTM C 33* para agregado fino tiene aberturas que varían desde la *malla No. 100(150 micras) hasta 9.52 mm*.

Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. Para la construcción de vías terrestres, la norma *ASTM D 448* enlista los trece números de tamaño de la *ASTM C 33*, más otros seis números de tamaño para agregado grueso. La arena o agregado fino solamente tiene un rango de tamaños de partícula.

La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados, así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción.

GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS FINOS:

Depende del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y el tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que más se aproxime al porcentaje máximo que pasa por cada criba resulta lo más conveniente para lograr una buena trabajabilidad. En general, si la relación agua – cemento se mantiene constante y la relación de agregado fino a grueso se elige correctamente, se puede hacer uso de un amplio rango de granulometría sin tener un efecto apreciable en la resistencia.

Entre más uniforme sea la granulometría, mayor será la economía.

Estas especificaciones permiten que los porcentajes mínimos (en peso) del material que pasa las mallas de 0.30mm (No. 50) y de 15mm (No. 100) sean reducidos a 15% y 0%, respectivamente, siempre y cuando:

- El agregado que se emplee en un concreto que contenga más de 296 Kg de cemento por metro cúbico cuando el concreto no tenga inclusión de aire.
- Que el módulo de finura no sea inferior a 2.3 ni superior a 3.1, el agregado fino se deberá rechazar a menos de que se hagan los ajustes adecuados en las proporciones del agregado fino y grueso.
- Las cantidades de agregado fino que pasan las mallas de 0.30 mm (No. 50) y de 1.15 mm (No. 100), afectan la trabajabilidad, la textura superficial, y el sangrado del concreto.
- El módulo de finura (FM) del agregado grueso o del agregado fino se obtiene, conforme a la norma ASTM C 125, sumando los porcentajes acumulados en peso de los agregados retenidos en una serie especificada de mallas y dividiendo la suma entre 100.

El módulo de finura es un índice de la finura del agregado entre mayor sea el modo de finura, más grueso será el agregado. El módulo de finura del agregado fino es útil para estimar las proporciones de los de los agregados finos y gruesos en las mezclas de concreto.

Módulo de Fineza

Criterio Establecido en 1925 por Duff Abrams a partir de las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material utilizando la siguiente expresión:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos (} 1\frac{1}{2}'' , \frac{3}{4}'' , \frac{3}{8}'' , N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50 \text{ y } N^{\circ}100)}{100}$$

Contenido De Finos

El contenido de finos o polvo no se refiere al contenido de arena fina ni a la cantidad de piedras de tamaño menor, sino a la suciedad que presentan los agregados (tamaños inferiores a 0,075 mm).

El contenido de finos es importante por dos aspectos:

- a) mayor suciedad habrá mayor demanda de agua, ya que aumenta la superficie a mojar y por lo tanto también aumentará el contenido de cemento si se quiere mantener constante la relación agua/cemento;
- b) si el polvo está finamente adherido a los agregados, impide una buena unión con la pasta y por lo tanto la interface mortero-agregado será una zona débil por donde se puede originar la rotura del concreto.

Es difícil de apreciar a simple vista si las arenas tienen finos, pero se puede evaluar cualitativamente de las siguientes maneras:

- a) Observando los acopios, pueden notarse en su superficie costras duras originadas por el desecamiento de estos finos.
- b) Haciendo una simple prueba consiste en colocar un poco de arena en un recipiente traslúcido con agua, agitar enérgicamente y dejar reposar un par de minutos. Si la arena está sucia se diferenciará claramente en el fondo del recipiente el depósito de arena y sobre éste, el de material fino.

PROPIEDADES FÍSICAS:

➤ **Densidad**

Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario.

Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

➤ **Porosidad**

La palabra porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, puede influir en la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.

➤ **Peso Unitario**

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C

29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa.

➤ **Porcentaje de Vacíos**

Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. Se evalúa usando la siguiente expresión recomendada por ASTM C 29

$$\% \text{ vacíos} = \frac{(SxW - P.U.C.)}{SxW} \times 100$$

Donde:

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

P.U.C. = Peso Unitario Compactado seco del agregado

➤ **Humedad**

Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente forma:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso natural} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \cdot 100$$

PROPIEDADES RESISTENTES:

➤ **Resistencia**

La resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; la textura la estructura y composición de las partículas del agregado influyen sobre la resistencia.

Si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles. La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante.

➤ **Tenacidad**

Esta característica está asociada con la resistencia al impacto del material. Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material.

➤ **Dureza**

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes.

Entre las rocas a emplear en concretos éstas deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión y pueden ser el cuarzo, la cuarzita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

➤ **Módulo de elasticidad**

Es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

El módulo elástico se determina en muy inusual su determinación en los agregados sin embargo el concreto experimentara deformaciones por lo que es razonable intuir que los agregados también deben tener elasticidades acordes al tipo de concreto. El valor del módulo de elasticidad además influye en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse.

Tabla: Valores de módulos elásticos

Tipo de agregado	Módulo Elástico
GRANITOS	610000 kg/ cm ²
ARENISCAS	310000 kg/ cm ²
CALIZAS	280000 kg/ cm ²
DIABASAS	860000 kg/ cm ²
GABRO	860000 kg/ cm ²

PROPIEDADES TÉRMICAS:

➤ **Coefficiente de expansión**

Cuantifica la capacidad de aumento de dimensiones de los agregados en función de la temperatura, depende mucho de la composición y estructura interna de las rocas y varia significativamente entre los diversos tipos de roca.

En los agregados secos es alrededor de un 10% mayor que en estado parcialmente saturado. Los valores oscilan normalmente entre 0.9×10^{-6} a 8.9×10^{-6} / °C.

➤ **Calor específico**

Es la cantidad de calor necesaria para incrementar en un grado centígrado la temperatura. No varía mucho en los diversos tipos de roca salvo en el caso de agregados muy ligeros y porosos.

➤ **Conductividad térmica**

Es la mayor o menor facilidad para conducir el calor. Está influenciada básicamente por la porosidad siendo su rango de variación relativamente estrecho. Los valores usuales en los agregados son de 1.1 a 2.7 BTU/ pie.hr. °F

➤ **Difusividad**

Representa la velocidad con que se pueden producir cambios térmicos dentro de una masa. Se expresa como el cociente de dividir la conductividad entre el producto de calor específico por la densidad.

PROPIEDADES QUÍMICAS:

➤ **Reacción Álcali-Sílice**

Los álcalis en el cemento están constituidos por el Óxido de sodio y de potasio quienes en condiciones de temperatura y humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo Normalmente para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo de 5 años para que se evidencie la reacción.

Existen pruebas de laboratorio para evaluar estas reacciones que se encuentran definidas en ASTM C227, ASTM C289, ASTM C-295 y que permiten obtener información para calificar la reactividad del agregado.

➤ **Reacción Álcali-carbonatos**

Se produce por reacción de los carbonatos presentes en los agregados generando sustancias expansivas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción. Los procedimientos para la evaluación n de esta característica se encuentran normalizados en ASTM C-586.

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- **Estudio.** Del lat. *studium*.m.
Obra de cierta extensión en que se expone y analiza una cuestión determinada.
Real Academia Española © Todos los derechos reservados.

- **Comparativo, va.** Del lat. *Comparativus*.
1. adj. Dicho de una cosa: Que compara o sirve para hacer comparación. *Juiciocomparativo*.adj. Gram. Que denota comparación. *Oración comparativa*. Apl. a una oración, u. t. c. s. f.f. Estudio **comparativo**.
Real Academia Española © Todos los derechos reservados.

- **Propiedad.** De *propiedad*.
f. Atributo o cualidad esencial de alguien o algo.
Real Academia Española © Todos los derechos reservados.

- **Mortero.** Del lat. *mortarium*.
m. Constr. Conglomerado o masa constituida por arena, conglomerante y agua, que puede contener además algún aditivo.
Real Academia Española © Todos los derechos reservados.

- **Arena.** Del lat. *arēna*.
f. Conjunto de partículas desagregadas de las rocas, sobre todo si son silíceas, y acumuladas, ya en las orillas del mar o de los ríos, ya en capas de los terrenos de acarreo.
Real Academia Española © Todos los derechos reservados

- **Cantera.** De *canto*².
f. Sitio de donde se saca piedra, greda u otra sustancia análoga para obras varias.
Real Academia Española © Todos los derechos reservados.

- **Fluvial.** Del lat. *fluviālis*.adj. Perteneciente o relativo al río.
Real Academia Española © Todos los derechos reservados.

- **Peña.** Del lat. *pinna* 'pluma', 'ala', 'almena'.
1f. Piedra grande sin labrar, según la produce la naturaleza.
2f. Monte o cerro peñascoso.
Real Academia Española © Todos los derechos reservados

- **Cemento o Cemento hidráulico.**Del lat. *Caementum*.
m. Mezcla formada de arcilla y materiales calcáreos, sometida a cocción y muyfinamente molida, que mezclada a su vez con agua se solidifica y endurece.
Real Academia Española © Todos los derechos reservados.

CAPITULO II.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

El problema que se plantea en la investigación, puede ser desconocido por las personas y/o empresas en el rubro de la construcción, ignorar las características o propiedades del mortero usando arena de canteras de peña o canteras fluviales localizadas al interior y en la periferias de la ciudad de Iquitos, si consideramos como base de la construcción en la ciudad de Iquitos al REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, dicho reglamento menciona que las edificaciones se hacen con concreto (cemento, arena y piedra), no aplicándose en nuestra realidad, ya que no contamos con piedra, sino más bien tenemos canteras de arenas, las cuales nos permiten hacer morteros para edificaciones (*Los agregados empleados en la preparación de los concretos de peso normal (2200 a 2500 kg/m³) deberán cumplir con los requisitos de la norma NTP 400.037 o de la norma ASTM C33, así como de las especificaciones del proyecto. Los agregados que no cumplan con algunos de los requisitos indicados podrán ser utilizados únicamente si el contratista demuestra, a satisfacción de la inspección, mediante resultados de ensayos de laboratorio o certificaciones de experiencia en obra, que bajo condiciones similares a las que se espera, pueden producir concreto de las propiedades requeridas.- Libro Diseño de Mezcla / Ing. Riva López / Cap. 3 – Acápite 3.3 Agregado – generalidades*), otro punto a tratar es que hay bibliografía que considera arena para construcción aquellas cuyo módulo de fineza estén en el rango de 2.35 a 3.15, siendo esta una característica que no poseen nuestras arenas debido a que el mayor módulo de fineza obtenido en canteras de la ciudad es de 1.8. Así que por décadas en la ciudad de Iquitos se ha venido construyendo edificaciones o estructuras con mortero (arena - cemento) (*3-El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la norma NTP 400.037. 4-El módulo de fineza del*

agregado fino se mantendrá dentro del límite de más o menos 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto, siendo recomendable que el valor asumido este entre 2.35 y 3.15. Si se excede el límite indicado de más o menos 0.2, el agregado podrá ser rechazado por la inspección o, alternativamente podrá autorizar ajustes en las proporciones de la mezcla para compensar las variaciones en la granulometría. - Libro Diseño de Mezcla / Ing. Riva López / Cap. 3 – Acápite 3.4 Agregado Fino – sección 3.4.3 y 3.4.4).

Las construcciones en la ciudad de Iquitos se dividen en dos: construcciones con canteras de arena cuarzosas y construcciones con arenas fluviales, debido a la geografía que presenta nuestra ciudad (zona urbana y zona rural). Indagando en el tema vi valores de morteros con estos dos tipos de canteras las cuales diferían una de otra en cantidad de cemento por m³, aunque sean muy parecidas en sus características físicas y mecánicas. También observe en algunos casos que cuando se ejecutaban obras en las zonas rurales utilizan los datos de diseños de mezcla hechas con arena de canteras cuarzosas (arena blanca), pero utilizando en la mezcla de mortero arenas fluviales (arena gris), lo que a experiencia sé que los morteros con arenas grises piden mayor consumo de cemento afectando a la resistencia si no se utiliza el adecuado. Y dichas edificaciones construidas como antes descritas tienden a sufrir daños en sus estructuras como rajaduras, empobrecimiento del mortero, desgastes ante el contacto de las aguas de los rio.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

2.2.1 Problema General.

¿Existe diferencia entre las propiedades del concreto (cemento-arena) con arenas de cantera cuarzosa – Varillal y con arenas de canteras fluviales – comunidad Astoria, en la ciudad de Iquitos?

2.2.2 Problemas Específicos.

¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas del concreto (cemento-arena) con arena de cantera cuarzosa?

¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas del concreto (cemento-arena) con arena de cantera fluvial?

¿Cuál es la diferencia entre propiedades del concreto (cemento-arena) con arena de cantera cuarzosa y arena de cantera fluvial?

¿Qué componentes mecánicos y químicos presentan los dos tipos de agregados para la elaboración del concreto (cemento-arena)?

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General.

Determinar las propiedades y sus diferencias del concreto (cemento-arena) con arena de cantera cuarzosa - Varillal y arena de canteras fluviales – comunidad Astoria, en la ciudad de Iquitos.

2.3.2 Objetivos Específicos.

Analizar las propiedades físico-mecánicas del concreto (cemento-arena) con arena de cantera cuarzosa – comunidad Varillal.

1. Analizar las propiedades físico-mecánicas del concreto (cemento-arena) con arena de cantera fluvial – comunidad Astoria.
2. Establecer diferencias entre las propiedades del mortero con arena de cantera cuarzosa y mortero con arena de cantera fluvial.
3. Identificar y evaluar las características mecánicas y químicas de las arenas cuarzosas y arenas fluviales.

2.4 HIPOTESIS

2.4.1 Hipótesis General.

- Las propiedades del concreto (cemento-arena) con arena cuarzosa, sí varían respecto a los concretos (cemento-arena) con arena de canteras fluviales.

2.4.2 Hipótesis Especifica.

- Los costos de producción del concreto (cemento-arena) con arena de canteras fluviales son mayores que del mortero con arena de cantera de peña.
- La cantidad de materiales si varía para la producción del concreto (cemento-arena) con arena fluvial y arena cuarzosa.
- Las propiedades del concreto (cemento-arena) con arena de cantera de peña son diferentes a los concretos (cemento-arena) con arena de cantera fluvial.

2.5 VARIABLE.

2.5.1 Variable independiente:

- Arena de cantera fluvial.

- Arena de cantera cuarzosa.

2.5.2 Variables dependientes:

- Propiedades Físico-Mecánicas del concreto (cemento-arena).

CAPITULO III.

METODOLOGIA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Descriptivo Comparativo. - La investigación descriptiva comparativa consiste en recolectar en dos o más muestras con el propósito de observar el comportamiento de una variable, tratando de “controlar” estadísticamente otras variables que se considera pueden afectar la variable estudiada (variable dependiente)

Este estudio lo podemos diagramar de la manera siguiente:

$$\begin{array}{l} M1 \quad O1xyz \\ M2 \quad O2xyz \end{array} \quad (7)$$

3.1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño Experimental de tipo transeccional comparativo. - Para nuestra investigación usaremos este diseño de investigación ya que se realizan sin manipular deliberadamente las variables, se estudian los hechos tal como se dan en el contexto.

Diseños transeccionales correlacionales. Este diseño se emplea para determinar la relación entre dos o más variables en un momento determinado.

Esquema:

M ₁	O ₁			
M ₂	O ₂	O ₁ ≡ O ₂ ≡ O ₃ ≡ O ₄		
M ₃	O ₃	≠	≠	≠
M ₄	O ₄			

Dónde:

M1, M2, M3, M4 = Cada una de las muestras.

O1, O2, O3, O4 = Observación de cada muestra.

$O_1 \equiv O_2 \equiv O_3 \equiv O_4 =$ Comparación entre cada muestra.
 $\neq \quad \neq \quad \neq$

Pasos:

- a) Realizar la observación de cada muestra en las variables (medir la variable).
- b) Realizar la comparación entre cada una de las muestras. **(9)**

3.2 PONLACION Y MUESTRA.

3.2.1 Población:

Agregados finos de la provincia de Maynas

3.2.2 Muestra:

- Arenas de cantera cuarzosa (Cantera Chuquival–comunidad de Varillal km13.2 / carretera Iquitos-Nauta).
- Arenas de río Amazonas (frente a la comunidad Astoria – Provincia de Maynas)

3.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1 Técnicas:

Observación, pruebas.

3.3.2 Instrumentos:

Guía de Entrevista y Guía de Observación.

3.3.3 Procedimientos:

- Elaboración del anteproyecto de investigación.
- Elaboración de instrumentos de datos.
- Aprobación del anteproyecto.

- Prueba de validez y confiabilidad a los instrumentos de recolección de datos.
- Aplicación de instrumentos de recolección de datos.
- Procesamiento de la información.
- Análisis e interpretación de los datos.
- Elaboración del informe de tesis.

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

El procesamiento de los datos se puede realizar en forma manual y computarizada sobre el plan de tabulación.

- El procesamiento de los datos se realizará en forma manual y computarizada sobre el plan de tabulación.
- El análisis e interpretación de los datos se realizará empleando la estadística descriptiva: frecuencia, el promedio y el porcentaje; y la estadística inferencial para el análisis bivariado, Chi Cuadrada (χ^2).

CAPITULO IV.

RESULTADOS.

3.1 INTRODUCCIÓN

El problema que se plantea en la investigación, puede ser desconocido por las personas y/o empresas en el rubro de la construcción, ignorar las características o propiedades del concreto (cemento-arena) usando arenas de canteras cuarzosas y/o canteras fluviales, localizadas al interior y en las periferias de la ciudad de Iquitos, si se considera como base de la construcción en la ciudad de Iquitos al REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.

Dicho reglamento menciona que las edificaciones se hacen con concreto (cemento, arena y piedra), lo cual no aplica a la realidad de Iquitos, ya que no se cuenta con piedra, sino más bien se tiene canteras de arenas, las cuales nos permiten hacer concreto (cemento-arena) para las edificaciones (Los agregados empleados en la preparación de los concretos de peso normal, deberán cumplir con los requisitos de la norma NTP 400.037 o de la norma ASTM C33, así como de las especificaciones del proyecto. Los agregados que no cumplan con algunos de los requisitos indicados podrán ser utilizados únicamente si el contratista demuestra, a satisfacción de la inspección, mediante resultados de ensayos de laboratorio o certificaciones de experiencia en obra, que bajo condiciones similares a las que se espera, pueden producir concreto de las propiedades requeridas. - Libro Diseño de Mezcla / Ing. Riva López / Cap. 3 – Acápite 3.3 Agregado – generalidades).

Otro punto a tratar es que existen bibliografía que considera que la arena apta para la construcción es aquella cuyo módulo de fineza está en el rango de 2.1 a 3.5, siendo esta una característica que no poseen las arenas de la ciudad debido a que el mayor módulo de fineza obtenido en canteras de la ciudad es de 1.8. Así que habitualmente en la ciudad de Iquitos se ha

venido construyendo edificaciones o estructuras con concreto (cemento-arena)

Las construcciones en la ciudad de Iquitos se dividen en dos: construcciones con canteras de arena cuarzosas y construcciones con arenas fluviales, debido a la geografía que presenta la ciudad (zona urbana y zona rural). Se han observado características y comportamientos distintos entre los morteros preparados con estos dos diferentes tipos de agregados, las cuales diferían una de otra en cantidad de cemento por m³, aunque sean muy parecidas en sus características físicas y mecánicas. También en algunos casos cuando se ejecutaban obras en las zonas rurales utilizan los datos de diseños de mezcla hechas con arena de canteras cuarzosas (arena blanca), pero utilizando arenas fluviales (arena gris), A experiencias de trabajos en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales de la Universidad Científica del Perú el concreto (cemento-arena) con arena gris tiene un mayor consumo de cemento, ocasionando cambios en las propiedades del concreto (más aun cuando se diseñan concretos de alta resistencia, mayores a 210 kg/cm²). Dichas edificaciones construidas con concreto de mayor consumo de cemento podrían disminuir en durabilidad.

3.2 CEMENTO PORTLAND

3.2.1 Generalidades

Se define como cementos a los materiales pulverizados que posee la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables.

El cemento es el componente más activo del concreto y, generalmente, tiene el mayor costo unitario. Por ello, y considerando que las propiedades del concreto dependen tanto de la cantidad como de la calidad de sus componentes, la selección y uso adecuado del cemento son fundamentales

para obtener en forma económica las propiedades deseadas para una mezcla dada.

Algunos de los cementos disponibles proporcionan niveles más altos para determinadas propiedades que aquellos exigidos por las especificaciones de la obra, por lo que siempre debe indicarse en estas los requisitos exigidos para el cemento. Imponer requisitos que no son necesarios es antieconómico y, además, puede perjudicar características importantes del concreto.

La importancia de elaborar especificaciones adecuadas es obvia, ya que ellas deben garantizar que solo se ha de emplear la cantidad y tipo de cemento adecuados para alcanzar los requisitos que se desea obtener en el concreto. La totalidad de los cementos empleados en el Perú son cementos portland que cumplen con los requisitos que especifica la Norma ASTM C 150; o cementos combinados, que cumplen con lo indicado en la Norma ASTM C 595. **(2)**.

3.2.2 Clasificación de los cementos

El cemento portland normal debe cumplir con los requisitos indicados en la norma ASTM C 150 para los tipos I, II y V, los cuales se fabrican en el Perú. Alternativamente podrán emplearse los requisitos de las normas NTP para cementos.

El cemento portland Tipo I, se empleará en todos aquellos casos en que no se requieren en el concreto las propiedades especiales especificadas para los otros Tipos. Debe cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C 150 o NTP 334.039.

El cemento portland normal Tipo II, se recomienda para construcciones de concreto expuestas a moderado ataque por sulfatos, o en aquellos casos en que se requiere un moderado calor de hidratación. Este cemento debe

cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 150 o de las Norma NTP 334.038.

El cemento portland normal Tipo V, se recomienda cuando se requiere en el concreto alta resistencia a la acción de los sulfatos; alta resistencia en compresión; o baja generación de calor. Este cemento tendrá un contenido de aluminato tricalcico (C3A) menor de 5%. Deberá cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C 150 o NTP 334.044. **(2)**

El cemento portland adicionado debe cumplir con los requisitos indicados en la norma ASTM C 595, que está compuesto por Clinker + yeso + adición mineral (que son materiales inorgánicos que se incorporan al cemento o al concreto, con el fin de mejorar sus propiedades. Las principales adiciones son: Puzolanas, Escoria de alto horno y Fillers.

En la investigación se utilizó el cemento portland compuesto tipo ICo; el cual es obtenido por pulverización conjunta de Clinker portland, material calizas y/o inertes hasta un máximo de 30%. Siendo su nombre comercial CEMENTO INKA TIPO ICo.

3.2.3 Definición

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. **(2)**

Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento Pórtland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

Cemento Pórtland = Clinker Pórtland + Yeso. El cemento Pórtland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad.

3.2.4 Características del cemento INKA tipo Ico

- **Nombre del producto:** Cemento Portland
- **Tipo:** Ico
- **Fabricante:** CALIZA CEMENTO INCA S.A. Sub lote 2C Cajamarquilla Lurigancho-Chosica (Lima15-Perú)
- **Usos:** Aglomerante Hidráulico de amplia aplicación en la construcción, se usa como aglutinante en morteros y hormigón.
- **Descripción del Producto:**
 - CLINKER: Compuesto principalmente de silicatos, aluminatos, ferritos aluminatos de Calcio, pequeñas cantidades de óxido de calcio libre, óxido de magnesio, sulfato de calcio, Potasio y sodio.
 - YESO: Mineral natural compuesto fundamentalmente por sulfato de calcio.
 - CALIZA: Mineral en piedra compuesto fundamentalmente por Carbonato de Calcio.

3.2.5 Manipulación:

Se recomienda el uso de protección ocular y guantes. Mantenga el cemento a granel seco hasta su uso. Para prevenir quemadura o sofocamiento, no entre a espacios confinados, como silos, compartimiento, camiones de transporte a granel y otros contenedores que sean utilizados para contener cemento. El cemento puede acumularse o adherirse a las paredes en espacios confinados. El cemento puede soltarse, colapsarse o caerse inesperadamente. Conectar a tierra correctamente todos los sistemas de transporte neumático. Existe la posibilidad de que se acumule y se

descargue electricidad estática cuando el cemento pasa por un sistema de transporte neumático de plástico no conductor o no conectado a tierra. La descarga estática puede causar daños a los equipos y a los trabajadores. En los locales donde se manipule el producto se deberá garantizar una buena ventilación. Evitar nubes de polvo durante la manipulación.

3.2.6 Almacenamiento:

Debe evitarse toda liberación accidental. Debe evitarse que el cemento se ponga en contacto con el agua (debido a su propiedad de aglomerante hidráulico). Se recomienda almacenar el producto en ambientes cerrados. Evite acciones que cause que el cemento se esparza en el aire durante una limpieza, como barridos o el uso de compresores de aire. Utilice una aspiradora o humedezca la zona para limpiar el polvo. Quitarse y lavar inmediatamente la ropa polvorienta o mojada de cemento. Lavarse la piel tras la exposición al polvo o al cemento húmedo.

3.2.7 Temperatura de Almacenamiento:

No debe ser superior a los 100 Grados centígrados, de lo contrario puede ocurrir una deshidratación del yeso (lo que implica liberación de agua que se pondrá en contacto con el cemento). **(3)**

3.2.8 Propiedades físico-químico:

Estado físico	:	Sólido
Tasa de Evaporación:		No se conoce
Olor	:	Ninguno
PH	:	12-13 en agua
Apariencia	:	Grisáceo
Punto de Ebullición:		>1000°C (>1832°F)
Presión de vapor	:	No se conoce
Punto de Congelación:		Ninguno

Densidad de vapor : **No se conoce**
Viscosidad: **Ninguno**
Gravedad Específica: **3.03 g/cc**
Solubilidad en agua: **Insignificante**

- Propiedades Físicas:(4)

Densidad Le Chatelier : **2.99 gr/cm³**
Contenido de aire mortero : **6.30 %**
Vol. Finura Blaine : **4,790 cm²/gr**
Expansión Autoclave : **0.070 %**
1 día: 140 kgf/cm²
3 días: 250 kgf/cm²
Resistencia a la Compresión : **7 días: 260 kgf/cm²**
28 días: 340 kgf/cm²
Inicial: 130 minutos
Tiempo de Fraguado Vicat : **Final: 335 minutos**
7 días: 63 Kcal/kg
Calor de Hidratación : **28 días: 74 Kcal/kg**
Expansión de mortero, 14 días : **0.005 %**

- Composición química:(4)

Óxido de Magnesio : **2.59 %**
Trióxido de Azufre (SO₃): **3.07 %**
Álcalis Totales : **0.52**

3.3 AGREGADOS DE LA ZONA

3.3.1 Generalidades

Para una mejor comprensión del tema, hay que tener en claro las definiciones y consideraciones de la norma que rige nuestro país para la construcción de edificaciones **(E.060)**.

- **Agregado:** *material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.*
- **Agregado fino:** *agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9.5 mm (3/8”).*
- **Arena:** *agregado fino, proveniente de la desintegración natural de las rocas.*

El agregado fino podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes. Deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

Por lo general y como fuente principal para la elaboración de morteros en la ciudad de Iquitos se utilizan los agregados finos o arenas cuarzosas provenientes de la desintegración natural de las rocas, esto se da en la zona urbana de la ciudad, pero en caso de las zonas ribereñas y alejadas de la ciudad, suelen utilizarse las arenas fluviales, que son las que se encuentran almacenadas de forma natural en las riberas de los ríos.

3.3.2 Cantera

Una cantera de arena es, de manera general, una forma de explotación minera cuya principal particularidad es que se trata de un espacio a cielo abierto.

Para la selección de los materiales pétreos integrantes del mortero, antes de la construcción, esta principalmente limitada a la prospección para la ubicación del agregado y la exploración y muestreo de los depósitos disponibles (5)

Cantera de arena cuarzosa: son los lugares o depósitos naturales de estas arenas, provenientes de la desintegración natural de las rocas, la cual su principal característica es que es un mineral no metálico, inodoro, de granos finos hasta gruesos de forma irregular hasta semiredondos de colores variables en los que se encuentra el blanco, beige y amarillo principalmente.

La mayoría de estas canteras se encuentran a lo largo de la carretera interprovincial Iquitos – Nauta, son las más explotadas para la elaboración del mortero en las edificaciones de la ciudad de Iquitos y Nauta, siendo su color mayormente predominante el color blanco.

Cantera de arena fluvial: son los lugares o depósitos naturales de estas arenas, provenientes del transporte de los ríos a lo largo de su trayecto, acumulándose a través de los tiempos en las riberas de los ríos, sus características más relevantes son que reciben constantemente hidratación de los ríos y contienen sales y restos orgánicos – caracoles, conchas de mar, esqueletos de otros animales provenientes de las aguas, compuesta mayoritariamente de piedra caliza.

Estas arenas se encuentran generalmente en las playas que se forman a lo largo de las riberas de los ríos, nosotros las encontramos en los ríos Amazonas, Nanay e Itaya, por lo general las comunidades son los que más explotan esta arena ya que se encuentran en abundancia y al alcance de sus comunidades, su color predominante es gris.

3.4 ENSAYOS DE LABORATORIOS REALIZADOS AL AGREGADO

Experiencias del pasado han demostrado que el examen de las características de los agregados y de su influencia en el comportamiento del concreto, no solo es útil para establecer criterios de selección entre dos o más opciones de suministro, sino también para definir y especificar los tratamientos de beneficio y acondicionamiento a que pueden someterse los agregados que presentan deficiencias, cuando por ser opciones únicas o por otra razón deben utilizarse. **(6)**

3.4.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO O GRANULOMETRÍA

La granulometría o gradación se refiere al tamaño de las partículas y al porcentaje o distribución de las mismas en una masa de agregado. Se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en hacer pasar una determinada cantidad del agregado a través de una serie de tamices standard, dispuestos de mayor a menor. Los tamices se disponen de acuerdo a la utilización. **(10)**

Es importante el empleo de agregados con granulometría continua en las mezclas de concreto de consistencia plástica, es conveniente por economía, trabajabilidad, capacidad de bombeo, contracción, porosidad y durabilidad del concreto.

Se ha demostrado que las variaciones en la granulometría pueden afectar seriamente a la uniformidad del concreto. Las arenas muy finas a menudo resultan antieconómicas; las arenas muy gruesas y el agregado grueso pueden producir mezclas rígidas, no trabajables. En general aquellos agregados que no tienen una gran deficiencia o exceso de cualquier tamaño y tiene una curva granulométrica dentro de los límites de la norma, producirán resultados más satisfactorios. **(6)**

En lo referente a la granulometría del agregado, la norma NTP 400.037 especifica que:

- Cuando se determinen de acuerdo a la norma NTP 400.012, el agregado fino deberá cumplir con los límites especificados en la tabla N° 1.
- Se permitirá el empleo de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre que existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concreto de la calidad requerida.
- Que el agregado fino no tenga más del 45 % retenido entre dos mallas consecutivas.
- Tener un máximo de 3% a 5% de material que pasa la malla N° 200.
- El agregado utilizado en concretos de $f'c$ 210 kg/cm² de resistencia de diseño y mayores, así como los utilizados en pavimentos de concreto, deberán cumplir además de los requisitos obligatorios, lo siguiente: la granulometría del agregado fino deberá corresponder a la gradación C de la tabla de gradaciones. **(2)**


GRADACIONES			
TAMIZ	GRUPO C	GRUPO M	GRUPO F
3/8"	100	100	100
N° 4	95 – 100	85 – 100	89 – 100
N° 8	80 – 100	65 – 100	80 – 100
N° 16	50 – 85	45 – 100	70 – 100
N° 30	25 – 60	25 – 80	55 – 100
N° 50	10 – 30	5 – 48	5 – 70
N° 100	2 – 10	0 – 12	0 – 12


GRUPO C, corresponde a arenas gruesas.

GRUPO M, corresponde a arenas intermedias.

GRUPO F, corresponde a arenas finas.

Tabla 1. Resultados análisis granulométrico – arena cuarzosa

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MUESTRA N° 1 - CANTERA CUARZOSA						
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% que Pasa	Especificaciones
			Parcial	Acumulado		
3/8"	9.525					100 - 100
N°04	4.760				100.00	95 - 100
N°08	2.380	0.17	0.04	0.04	99.96	80 - 100
N°16	1.190	0.81	0.18	0.22	99.78	50 - 85
N°30	0.590	11.96	2.56	2.78	97.22	25 - 60
N°50	0.297	140.75	30.11	32.89	67.11	10 - 30
N°100	0.149	205.50	43.96	76.85	23.15	2 - 10
N°200	0.074	28.43	6.09	82.94	17.06	0 - 0
Pasa N°200		79.88	17.09	100.00	0.00	
TOTAL		467.50	100.00			

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MUESTRA N° 2 - CANTERA CUARZOSA						
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% que Pasa	Especificaciones
			Parcial	Acumulado		
3/8"	9.525					100 - 100
N°04	4.760				100.00	95 - 100
N°08	2.380	0.06	0.02	0.02	99.98	80 - 100
N°16	1.190	1.13	0.23	0.25	99.75	50 - 85
N°30	0.590	12.01	2.44	2.69	97.31	25 - 60
N°50	0.297	147.60	29.88	32.57	67.43	10 - 30
N°100	0.149	217.15	43.96	76.53	23.47	2 - 10
N°200	0.074	38.39	7.78	84.31	15.69	0 - 0
Pasa N°200		77.66	15.73	100.00	0.00	
TOTAL		494.00	100.00			



		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MUESTRA N° 3 - CANTERA CUARZOSA						
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% que Pasa	Especificaciones
			Parcial	Acumulado		
3/8"	9.525					100 - 100
N°04	4.760				100.00	95 - 100
N°08	2.380	0.17	0.04	0.04	99.96	80 - 100
N°16	1.190	0.91	0.20	0.24	99.76	50 - 85
N°30	0.590	13.96	2.97	3.21	96.79	25 - 60
N°50	0.297	141.75	30.13	33.34	66.66	10 - 30
N°100	0.149	205.50	43.67	77.01	22.99	2 - 10
N°200	0.074	28.43	6.05	83.06	16.94	0 - 0
Pasa N°200		79.88	16.98	100.00	0.00	
TOTAL		470.60	100.00			

Tabla 2. Resultados análisis granulométrico – arena fluvial

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MUESTRA N° 1 - CANTERA FLUVIAL				
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% que Pasa	Especificaciones
			Parcial	Acumulado		
3/8"	9.525					100 - 100
N°04	4.760				100.00	95 - 100
N°08	2.380	1.41	0.40	0.40	99.60	80 - 100
N°16	1.190	1.60	0.46	0.86	99.14	50 - 85
N°30	0.590	4.06	1.15	2.01	97.99	25 - 60
N°50	0.297	239.48	67.57	69.58	30.42	10 - 30
N°100	0.149	103.60	29.24	98.82	1.18	2 - 10
N°200	0.074	2.96	0.84	99.66	0.34	0 - 0
Pasa N°200		1.31	0.37	100.00	0.00	
TOTAL		354.42	100.00			

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MUESTRA N° 2 - CANTERA FLUVIAL				
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% que Pasa	Especificaciones
			Parcial	Acumulado		
3/8"	9.525					100 - 100
N°04	4.760				100.00	95 - 100
N°08	2.380	2.00	0.56	0.56	99.44	80 - 100
N°16	1.190	2.24	0.63	1.19	98.81	50 - 85
N°30	0.590	6.32	1.76	2.95	97.05	25 - 60
N°50	0.297	227.20	63.10	66.05	33.95	10 - 30
N°100	0.149	118.53	32.92	98.97	1.03	2 - 10
N°200	0.074	2.13	0.60	99.57	0.43	0 - 0
Pasa N°200		1.69	0.47	100.00	0.00	
TOTAL		360.11	100.00			


		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MUESTRA N° 3 - CANTERA FLUVIAL				
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% que Pasa	Especificaciones
			Parcial	Acumulado		
3/8"	9.525					100 - 100
N°04	4.760				100.00	95 - 100
N°08	2.380	1.18	0.30	0.30	99.70	80 - 100
N°16	1.190	2.19	0.55	0.85	99.15	50 - 85
N°30	0.590	5.52	1.37	2.22	97.78	25 - 60
N°50	0.297	277.85	68.96	71.18	28.82	10 - 30
N°100	0.149	110.59	27.45	98.63	1.37	2 - 10
N°200	0.074	4.50	1.12	99.75	0.25	0 - 0
Pasa N°200		1.10	0.28	100.00	0.00	
TOTAL		402.93	100.00			

Gráfico 1. Análisis granulométrico – arena cuarzosa

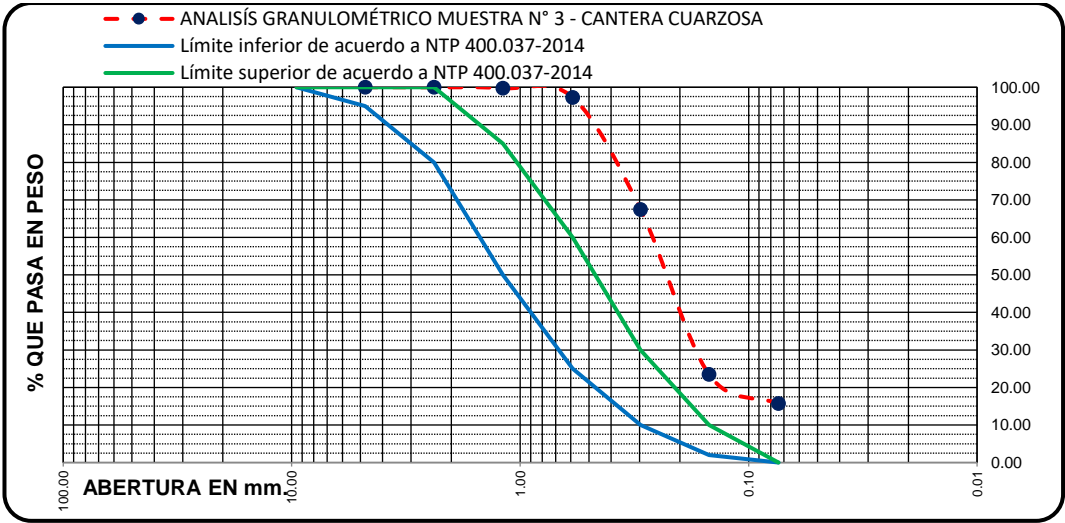
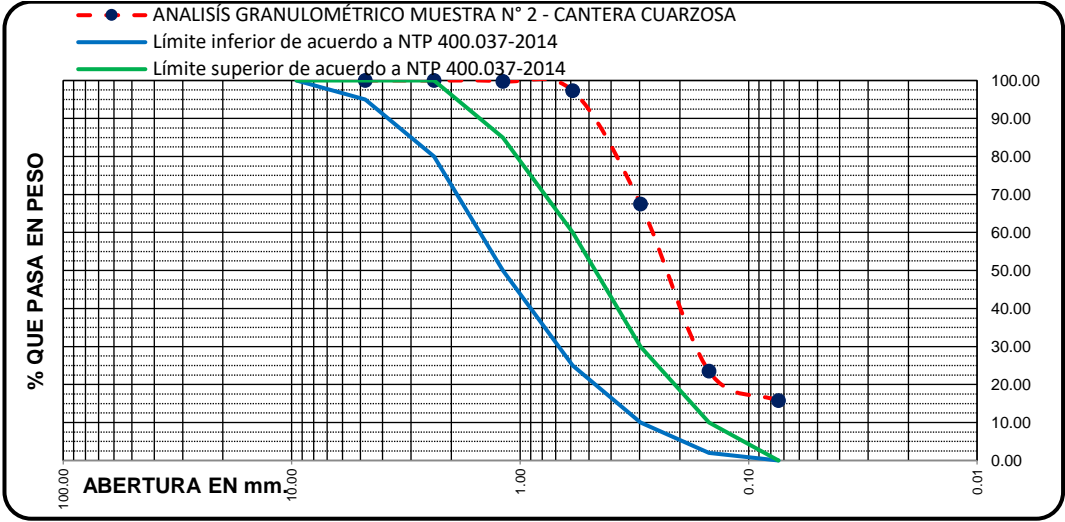
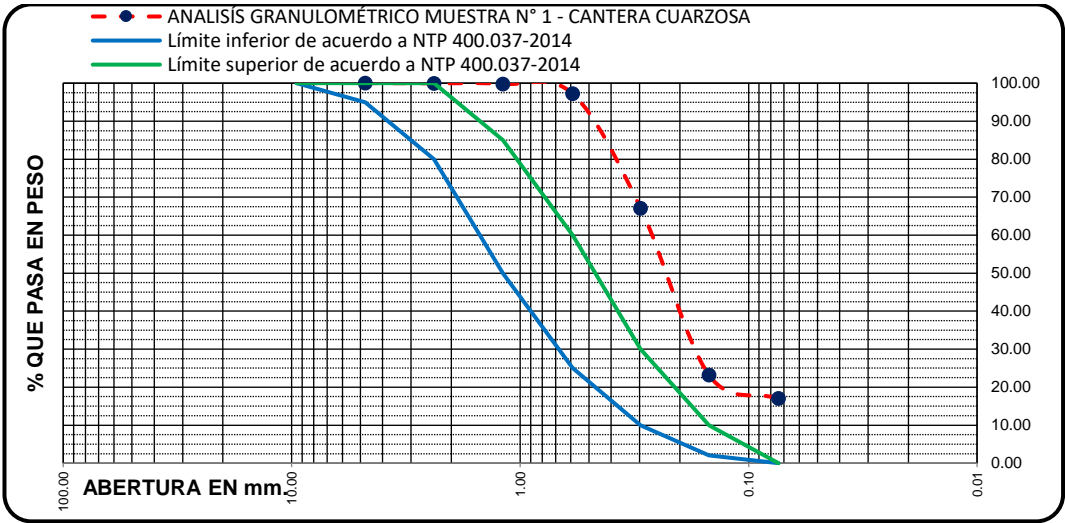
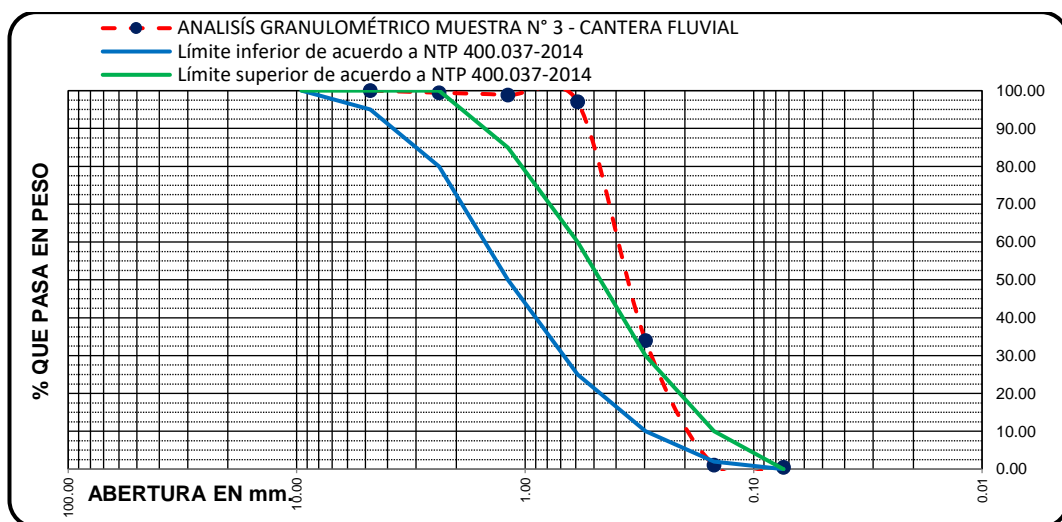
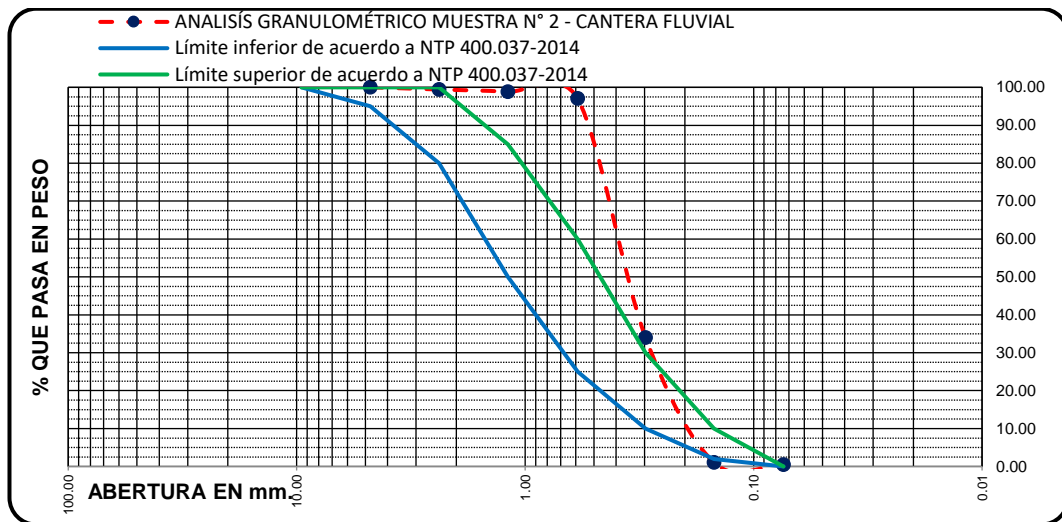
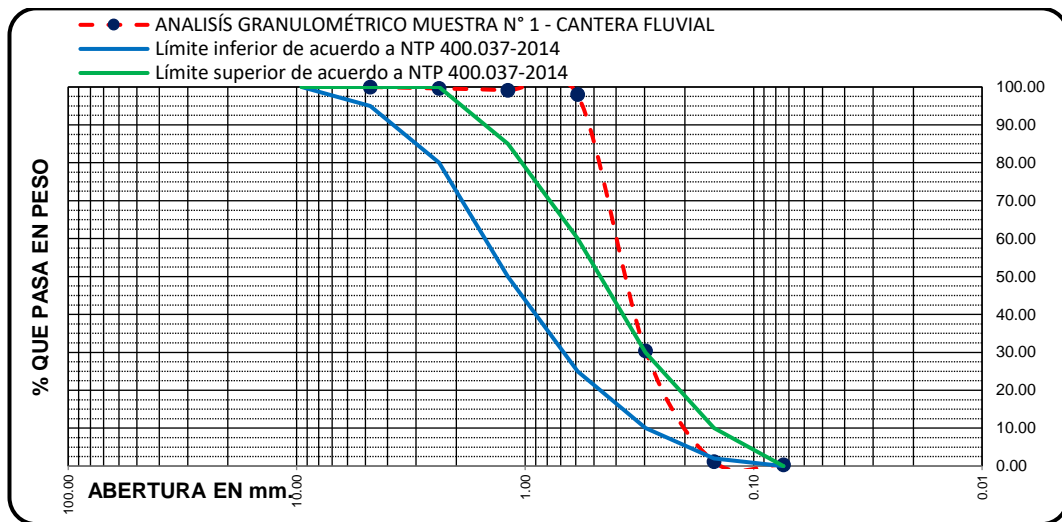


Gráfico 2. Análisis granulométrico – arena fluvial



3.4.2 MÓDULO DE FINEZA.

El módulo de fineza es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material. Está definido como la centésima parte del número que se obtiene al sumar los porcentajes retenidos acumulados en las siguientes series de tamices: 149µm(N°100), 297µm(N°50), 595µm(N°30), 1,19mm(N°16), 2.38mm(N°8), 4.76mm(N°4), 9.51mm(3/8"), 19mm(3/4"), 38.1mm(1 1/2") y los tamices siguientes que están en relación de 1 a 2.

FORMULA:

$$MF = 1/100 \sum_{M\#8}^{M\#100} \% \text{ acumulado}$$


El módulo de fineza se puede calcular a cualquier material, sin embargo, se recomienda determinar el módulo de fineza al agregado fino y según su valor, este agregado se puede clasificar tal como se presenta en la tabla de clasificación. **(6)**

Módulo de fineza	Agregado fino
Menor que 2.00	Muy fino o extra fino
2.00 – 2.30	Fino
2.30 – 2.60	Ligeramente Fino
2.60 – 2.90	Mediano
2.90 – 3.20	Ligeramente grueso
3.20 – 3.50	Grueso
Mayor que 3.50	Muy grueso o extra grueso

Requisitos de la norma ASTM:


Que el módulo de fineza no sea inferior a 2.3 ni superior a 3.1, ni que varíe en más de 0.2 del valor típico de la fuente del abastecimiento del agregado.

Tabla 3. Resultados módulo de fineza – arena cuarzosa

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
		MÓDULO DE FINEZA - CANTERA CUARZOSA				
Tamices ASTM	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
	% Parcial	% Acumulado	% Parcial	% Acumulado	% Parcial	% Acumulado
3/8"						
N°04						
N°08	0.040	0.04	0.02	0.02	0.04	0.04
N°16	0.180	0.22	0.23	0.25	0.20	0.24
N°30	2.560	2.78	2.44	2.69	2.97	3.21
N°50	30.110	32.89	29.88	32.57	30.13	33.34
N°100	43.960	76.85	43.96	76.53	43.67	77.01
TOTAL		112.78		112.06		113.84
MOD. FINEZA	1.13		1.12		1.14	
PROMEDIO	1.13					

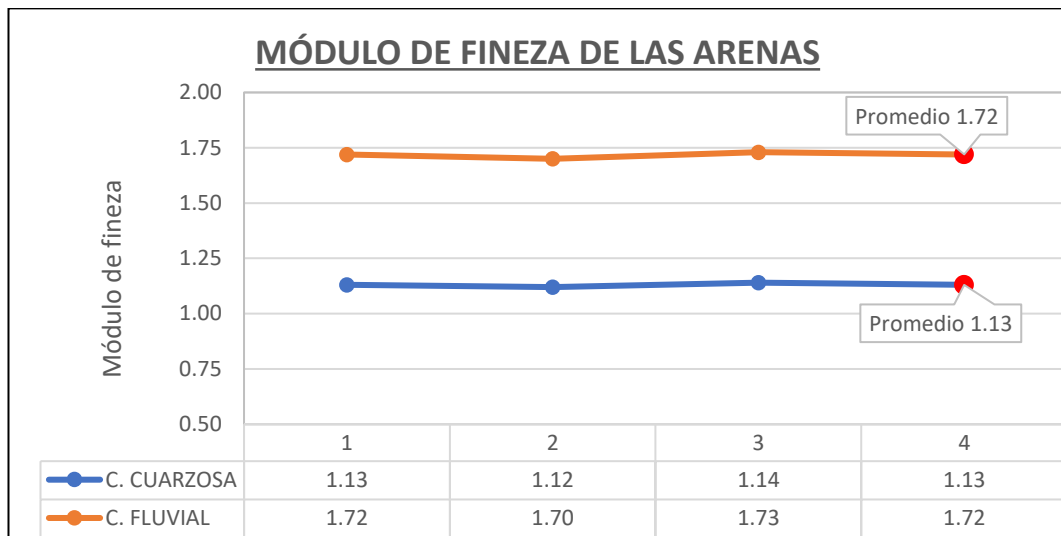
MÓDULO DE FINEZA ARENA DE CANTERA CUARZOSA = 1.13

Tabla 4. Resultados módulo de fineza – arena fluvial

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
		MÓDULO DE FINEZA - CANTERA FLUVIAL				
Tamices ASTM	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
	% Parcial	% Acumulado	% Parcial	% Acumulado	% Parcial	% Acumulado
3/8"						
N°04						
N°08	0.400	0.40	0.56	0.56	0.30	0.30
N°16	0.460	0.86	0.63	1.19	0.55	0.85
N°30	1.150	2.01	1.76	2.95	1.37	2.22
N°50	67.570	69.58	63.10	66.05	68.96	71.18
N°100	29.240	98.82	32.92	98.97	27.45	98.63
TOTAL		171.67		169.72		173.18
MOD. FINEZA	1.72		1.70		1.73	
PROMEDIO	1.72					

MÓDULO DE FINEZA ARENA DE CANTERA FLUVIAL = 1.72

Gráfico 3. Módulo de fineza – arena cuarzosa y fluvial



3.4.3 SUPERFICIE ESPECÍFICA.

Se define como superficie específica de una partícula de agregado, al área superficial de la misma. La superficie específica de un conjunto de partículas es la suma de las áreas superficiales de las mismas. Se expresa en cm²/gr.

Cuanto mayor sea la superficie específica mayor el área superficial a ser cubierta con pasta y menor el diámetro de las partículas. El agregado fino siempre tiene una superficie específica alta, en tanto que la del agregado grueso suele ser bastante baja.

La consistencia del concreto disminuye conforme la superficie específica se incrementa. Por lo tanto, no es posible variar la superficie específica del agregado sin variar la consistencia.

Para obtener la superficie se divide, para cada uno de los tamices, el valor del porcentaje retenido entre el valor del diámetro medio. La superficie específica del conjunto se determina por la ecuación. **(2)**


$$Se = 0.06 * \frac{S}{G}$$

Donde:

S = suma de la superficie específica de cada tamiz


G = gravedad específica de masa del agregado.

Tabla 5. Resultados superficie específica – arena cuarzosa

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		SUPERFICIE ESPECÍFICA MUESTRA N° 1 - CANTERA CUARZOSA		
Tamices ASTM	Abertura mm.	di (cm)	Pi (%)	Pi/di
3/8"	9.525	1.1113	0.00	0.00
N°04	4.760	0.7143	0.00	0.00
N°08	2.380	0.3570	0.04	0.11
N°16	1.190	0.1785	0.18	1.01
N°30	0.590	0.0890	2.56	28.76
N°50	0.297	0.0444	30.11	678.92
N°100	0.149	0.0223	43.96	1971.30
N°200	0.074	0.0112	6.09	546.19
TOTAL				3226.30

$$Se = (0.06 / 2.63) \times 3226.3 = 73.6$$

$$Se1 = 73.6 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		SUPERFICIE ESPECÍFICA MUESTRA N° 2 - CANTERA CUARZOSA		
Tamices ASTM	Abertura mm.	di (cm)	Pi (%)	Pi/di
3/8"	9.525	1.1113	0.00	0.00
N°04	4.760	0.7143	0.00	0.00
N°08	2.380	0.3570	0.02	0.06
N°16	1.190	0.1785	0.23	1.29
N°30	0.590	0.0890	2.44	27.42
N°50	0.297	0.0444	29.88	673.73
N°100	0.149	0.0223	43.96	1971.30
N°200	0.074	0.0112	7.78	697.76
TOTAL				3371.56

$$Se = (0.06 / 2.63) \times 3371.56 = 76.92$$

$$Se2 = 76.92 \text{ cm}^2/\text{gr}$$



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

SUPERFICIE ESPECÍFICA MUESTRA N° 3 - CANTERA CUARZOSA


Tamices ASTM	Abertura mm.	di (cm)	Pi (%)	Pi/di
3/8"	9.525	1.1113	0.00	0.00
N°04	4.760	0.7143	0.00	0.00
N°08	2.380	0.3570	0.04	0.11
N°16	1.190	0.1785	0.20	1.12
N°30	0.590	0.0890	2.97	33.37
N°50	0.297	0.0444	30.13	679.37
N°100	0.149	0.0223	43.67	1958.30
N°200	0.074	0.0112	6.05	542.60
TOTAL				3214.87

$$Se = (0.06 / 2.63) \times 3214.87 = 73.34$$

$$Se3 = 73.34 \text{ cm}^2/\text{gr}$$


SUPERFICIE ESPECÍFICA ARENA DE CANTERA CUARZOSA = 74.62 cm²/gr

Tabla 6. Resultados superficie específica – arena fluvial

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		SUPERFICIE ESPECÍFICA MUESTRA N° 1 - CANTERA FLUVIAL		
Tamices ASTM	Abertura mm.	d _i (cm)	P _i (%)	P _i /d _i
3/8"	9.525	1.1113	0.00	0.00
N°04	4.760	0.7143	0.00	0.00
N°08	2.380	0.3570	0.40	1.12
N°16	1.190	0.1785	0.46	2.58
N°30	0.590	0.0890	1.15	12.92
N°50	0.297	0.0444	67.57	1523.56
N°100	0.149	0.0223	29.24	1311.21
N°200	0.074	0.0112	0.84	75.34
TOTAL				2926.73

$$Se = (0.06 / 2.6) \times 2926.73 = 67.54$$

$$Se1 = 67.54 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		SUPERFICIE ESPECÍFICA MUESTRA N° 2 - CANTERA FLUVIAL		
Tamices ASTM	Abertura mm.	d _i (cm)	P _i (%)	P _i /d _i
3/8"	9.525	1.1113	0.00	0.00
N°04	4.760	0.7143	0.00	0.00
N°08	2.380	0.3570	0.56	1.57
N°16	1.190	0.1785	0.63	3.53
N°30	0.590	0.0890	1.76	19.78
N°50	0.297	0.0444	63.10	1422.77
N°100	0.149	0.0223	32.92	1476.23
N°200	0.074	0.0112	0.60	53.81
TOTAL				2977.70

$$Se = (0.06 / 2.6) \times 2977.7 = 68.72$$

$$Se2 = 68.72 \text{ cm}^2/\text{gr}$$



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

SUPERFICIE ESPECÍFICA MUESTRA N° 3 - CANTERA FLUVIAL

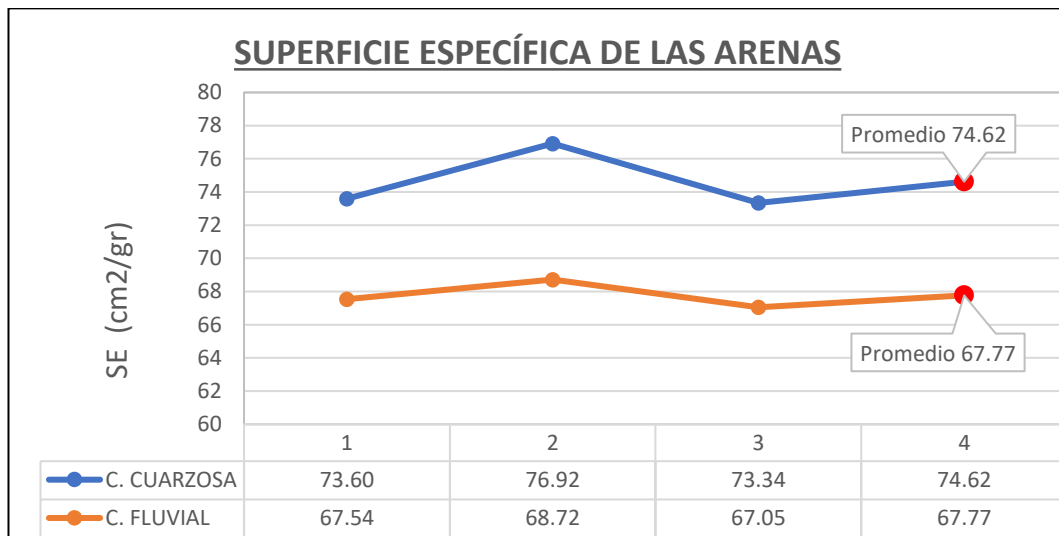
Tamices ASTM	Abertura mm.	d _i (cm)	P _i (%)	P _i /d _i
3/8"	9.525	1.1113	0.00	0.00
N°04	4.760	0.7143	0.00	0.00
N°08	2.380	0.3570	0.30	0.84
N°16	1.190	0.1785	0.55	3.08
N°30	0.590	0.0890	1.37	15.39
N°50	0.297	0.0444	68.96	1554.90
N°100	0.149	0.0223	27.45	1230.94
N°200	0.074	0.0112	1.12	100.45
TOTAL				2905.61

$$Se = (0.06 / 2.6) \times 2905.61 = 67.05$$

$$Se3 = 67.05 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

SUPERFICIE ESPECÍFICA ARENA DE CANTERA FLUVIAL = 67.77 cm²/gr

Gráfico 4. Superficie específica – arena cuarzosa y fluvial



3.4.4 PESO UNITARIO.

El peso unitario (también llamado peso volumétrico o densidad en masa) de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado. El volumen al que se hace referencia es ocupado por los agregados y los vacíos entre las partículas de agregados. **(6)**

El peso unitario varía de acuerdo a las condiciones intrínsecas del agregado, tales como su forma, granulometría y tamaño máximo asimismo depende de factores externos como la relación del tamaño máximo con el volumen del recipiente, la consolidación, la forma de colocación, etc. **(7)**

Los métodos para determinar el peso volumétrico de los agregados y el contenido de vacíos, se dan en la norma ASTM C 29.

Equipos y accesorios.

Recipiente cilíndrico de volumen conocido.

Balanza con capacidad mínima de 20 kg, con 5 gr. De aproximación.

Varilla lisa de 60 cm de largo y de 5/8" de diámetro, con las puntas redondeadas semiesférica.

Cucharón y regla metálica.

Calibración del recipiente.

El recipiente cilíndrico se calibra determinando con exactitud el peso del agua necesaria para llenarlo a 16.5°C. para cualquier unidad el factor "f" se obtiene dividiendo el peso unitario del agua a 16.5°C (= 1000 kg/m³) por el peso del agua a 16.5°C necesario para llenar el recipiente.

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

Donde:

f = factor de calibración del recipiente (l/m³)

W_a = peso del agua en el recipiente (kg)

Preparación de la muestra.

La muestra se tiene que mezclar completamente y secar a temperatura ambiente. El peso unitario puede determinarse compactada o suelta; el peso unitario compactado se emplea en algunos métodos de dosificación de mezclas y el peso unitario suelto sirve para estimar la cantidad de agregados a comprar si estos se venden por volumen (volumen suelto) como ocurre comúnmente.

3.4.4.1 Peso unitario suelto

El objetivo es obtener la cantidad de suelo en kilogramos que se puede lograr por metro cúbico, al vaciar material a un recipiente de volumen conocido y sin darle acomodo a las partículas.

$$PUS = f * Ws$$

Donde:

PUS = Peso unitario suelto (kg/m³)


f = factor de calibración del recipiente (l/m³)


Ws = peso de la muestra seca (kg).


Procedimiento:

- Con el cucharón se toma material y se llena el recipiente desde una altura de 5 cm, en 3 capas iguales, evitando que el material se reacomode por movimientos indebidos; después se procede a enrasar el material utilizando la regla metálica.
- Se pesa el recipiente conteniendo el material y se determina el peso neto del agregado.
- Luego se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor f de calibración del recipiente calculado.

Tabla 7. Resultados peso unitario suelto – arena cuarzosa


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO SUELTO MUESTRA N° 1 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.431	9.447	9.445
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	3.199	3.215	3.213
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1512	1519	1518
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,516		


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO SUELTO MUESTRA N° 2 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.435	9.430	9.448
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	3.203	3.198	3.216
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1514	1511	1520
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,515		


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO SUELTO MUESTRA N° 3 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.441	9.440	9.451
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	3.209	3.208	3.219
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1517	1516	1521
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,518		

PESO UNITARIO SUELTO ARENA DE CANTERA CUARZOSA = 1516 Kg/cm2.

Tabla 8. Resultados peso unitario suelto – arena fluvial

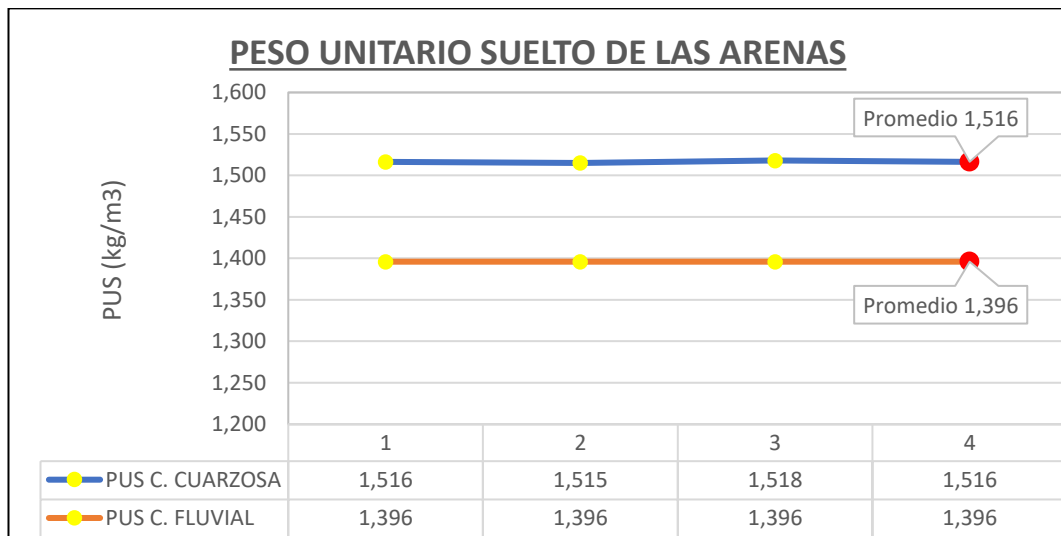
	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO SUELTO MUESTRA N° 1 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.182	9.188	9.187
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	2.950	2.956	2.955
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1394	1397	1397
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,396		

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO SUELTO MUESTRA N° 2 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.185	9.183	9.187
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	2.953	2.951	2.955
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1396	1395	1397
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,396		

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO SUELTO MUESTRA N° 3 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.186	9.184	9.187
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	2.954	2.952	2.955
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1396	1395	1397
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,396		

PESO UNITARIO SUELTO ARENA DE CANTERA FLUVIAL = 1396 Kg/cm2.

Gráfico 5. Peso unitario suelto – arena cuarzosa y fluvial



3.4.4.2 Peso unitario compactado

El objetivo es obtener la cantidad de la arena en kilogramos que se puede lograr por metro cubico, al vaciar material a un recipiente de volumen conocido y dándole acomodo a las partículas por medio de golpes de varilla punta de bala.

$$PUC = f * Ws$$

Donde:

PUC = Peso unitario compactado (kg/m³)


f = factor de calibración del recipiente (l/m³)


Ws = peso de la muestra seca (kg)


Procedimiento:

- Con el cucharon se toma material y se llena el recipiente desde una altura de 5 cm, en 3 capas iguales, después de llenar cada capa se procede a compactar el material con la varilla de acero, dando 25 golpes alrededor y al centro del molde; después se procede a enrasar el material utilizando la regla metálica.
- Se pesa el recipiente conteniendo el material y se determina el peso neto del agregado.
- Luego se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor f de calibración del recipiente calculado.

Tabla 9. Resultados peso unitario compactado – arena cuarzosa


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO COMPACTADO MUESTRA N° 1 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.930	9.929	9.944
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	3.698	3.697	3.712
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1748	1747	1754
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,750		


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO COMPACTADO MUESTRA N° 2 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.916	9.919	9.921
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	3.684	3.687	3.689
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1741	1742	1743
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,742		


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO COMPACTADO MUESTRA N° 3 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.945	9.948	9.950
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	3.713	3.716	3.718
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1755	1756	1757
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,756		

PESO UNITARIO COMPACTADO ARENA DE CANTERA CUARSOZA = 1749 Kg/cm2.

Tabla 10. Resultados peso unitario compactado – arena fluvial

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO COMPACTADO MUESTRA N° 1 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.508	9.511	9.509
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	3.276	3.279	3.277
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1548	1550	1549
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,549		

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO COMPACTADO MUESTRA N° 2 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.511	9.514	9.509
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	3.279	3.282	3.277
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1550	1551	1549
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,550		

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO COMPACTADO MUESTRA N° 3 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Peso de muestra + molde (kg)	9.506	9.504	9.504
Peso del molde (kg)	6.232	6.232	6.232
Peso de la muestra	3.274	3.272	3.272
Peso del agua en el molde (kg)	2.116	2.116	2.116
Factor de calibración del molde (lts/m3)	473	473	473
Peso unitario de la muestra	1547	1546	1546
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	1,546		

PESO UNITARIO COMPACTADO ARENA DE CANTERA FLUVIAL = 1548 Kg/cm2.

Gráfico 6. Peso unitario compactado – arena cuarzosa y fluvial

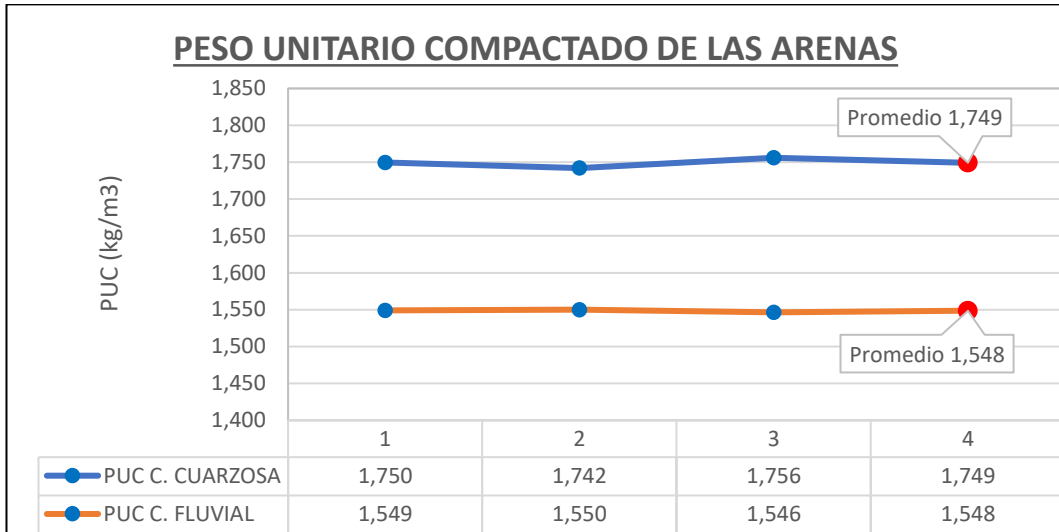
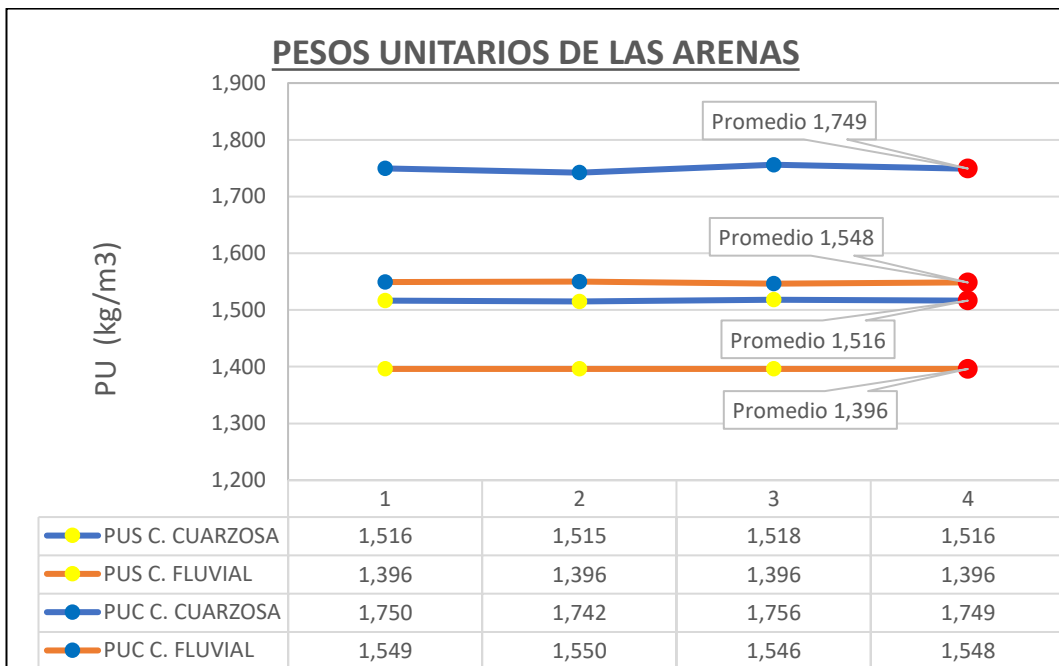


Gráfico 7. Pesos unitarios sueltos y compactados – arena cuarzosa y fluvial



3.4.5 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

El peso específico (densidad relativa) de un agregado es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamiento de mezclas y control. La mayoría de los agregados naturales tienen densidades relativas entre 2.4 y 2.9. **(8)**

3.4.5.1 Peso específico de masa seca

Viene a ser la relación entre la masa en el aire de un volumen unitario del material permeable (Incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material), a la masa en el aire (de igual densidad) de un volumen igual de agua destilada, libre de gas y a una temperatura especificada. **(9)**

$$P_{ems} = \frac{A}{(V - W)}$$

Donde:

A = peso de la arena seca (gr)

V = volumen de la fiola (cm³)

W = peso del agua (gr)

3.4.5.2 Peso específico de masa saturado superficialmente seco

Tiene la misma definición que el Peso Específico de Masa, con la salvedad de que la masa incluye el agua en los poros permeables. **(9)**

$$P_{emsss} = \frac{B}{(V - W)}$$

Donde:

B = peso de la arena superficialmente seca (gr)

V = volumen de la fiola (cm³)

W = peso del agua (gr)

3.4.5.3 Peso específico aparente

Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario del material, a la masa en el aire de un volumen igual de agua destilada libre de gas, a una temperatura especificada. Cuando el material es un sólido, se considera el volumen de la porción impermeable. **(9)**

$$Pea = \frac{A}{((V - W) - (B - A))}$$

Donde:

A = peso de la arena seca (gr)

B = peso de la arena superficialmente seca (gr)

V = volumen de la fiola (cm³)

W = peso del agua (gr)

3.4.5.4 Porcentaje de absorción

Es la capacidad que tienen los agregados para llenar de agua los vacíos permeables de su estructura interna, al ser sumergidos durante 24 horas en ésta, depende de la porosidad. Esta particularidad de los agregados, que dependen de la porosidad, es de suma importancia para realizar correcciones en las dosificaciones de mezclas de concreto. Además, esta influye en otras propiedades del agregado, como la adherencia con el cemento, la estabilidad química, la resistencia a la abrasión y la resistencia del concreto al congelamiento y deshielo. **(9)**

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

Donde:

A = peso de la arena seca (gr)

B = peso de la arena superficialmente seca (gr).

Equipos y materiales a usar:


- Matraz aforado a 500 ml.
- Balanza con aproximación al 0.1 gr.
- Cono truncado y pisón.
- Bomba de vacíos.
- Recipiente con 500 ml de capacidad.
- Horno.
- Termómetro, embudo, gotero y espátula.


Procedimiento:


- Por el método del cuarteo se selecciona aproximadamente 1 kg a 2 Kg de arena, y se seca a 110°C hasta peso constante.
- Se sumerge la arena en agua durante 24 horas.
- Saque la arena del agua y se extiende sobre una superficie no absorbente exponiéndola al sol y se agita o remueve para seguir el secado uniforme. También se puede ir secando utilizando una secadora de pelo.
- Continúe esta operación hasta que los granos de la arena no se adhieran entre sí marcadamente.
- Se coloca la muestra en un molde cónico y se consolida con 25 golpes de pisón en 3 capas. En la primera capa 8 golpes, en la segunda también y en la última 9 golpes.
- Si existe humedad libre, el cono con la arena mantendrá su forma, siga secando y revolviendo constantemente y pruebe a intervalos hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, esto indica que la arena a alcanzado la condición saturada superficialmente seco SSS.
- La arena SSS se pesa y se coloca en un matraz, la cual se agregará previamente un poco de agua y luego agregar o completar hasta los 500 cm³ indicados en el matraz, eliminamos las burbujas de aire conectándolo a la bomba de vacíos.
- Se mide la temperatura del agua en el matraz, para después retirar la arena con cuidado del matraz y se seca en el horno a 105°C por 24

horas, luego se enfría la arena a temperatura constante y se pesa. Posteriormente se procede con los cálculos para determinar los pesos específicos y absorción de la arena.

Tabla 11. Resultados peso específico y absorción – arena cuarzosa

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN MUESTRA N° 1 - CANTERA CUARZOSA			
DESCRIPCIÓN		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	239.51	237.43	230.36	
B	Peso Frasco + H2O	641.80	706.63	675.13	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	881.31	944.06	905.49	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	790.62	854.68	818.02	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	90.69	89.38	87.47	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	238.70	236.51	229.51	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	89.88	88.46	86.62	
Peso Específico Aparente =(F/G)		2.656	2.674	2.650	2.66
Peso Específico de masa saturado superficialmente seco = (A/E)		2.641	2.656	2.634	2.64
Peso Específico de masa seca = (F/E)		2.632	2.646	2.624	2.63
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.34	0.39	0.37	0.37

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN MUESTRA N° 2 - CANTERA CUARZOSA			
DESCRIPCIÓN		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	236.65	246.18	218.46	
B	Peso Frasco + H2O	640.12	648.11	620.90	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	876.77	894.29	839.36	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	787.45	801.41	757.05	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	89.32	92.88	82.31	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	235.76	245.33	217.68	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	88.43	92.03	81.53	
Peso Específico Aparente =(F/G)		2.666	2.666	2.670	2.67
Peso Específico de masa saturado superficialmente seco = (A/E)		2.649	2.651	2.654	2.65
Peso Específico de masa seca = (F/E)		2.639	2.641	2.645	2.64
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.38	0.35	0.36	0.36

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN MUESTRA N° 3 - CANTERA CUARZOSA			
DESCRIPCIÓN		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	240.21	241.58	236.80	
B	Peso Frasco + H2O	642.50	643.77	640.05	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	882.71	885.35	876.85	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	791.64	793.05	786.95	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	91.07	92.30	89.90	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	239.29	240.70	235.96	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	90.15	91.42	89.06	
Peso Específico Aparente =(F/G)		2.654	2.633	2.649	2.65
Peso Específico de masa saturado superficialmente seco = (A/E)		2.638	2.617	2.634	2.63
Peso Específico de masa seca = (F/E)		2.628	2.608	2.625	2.62
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.38	0.37	0.36	0.37

PROMEDIOS
PESO ESPECÍFICO APARENTE = 2.66 cc
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO = 2.64 cc
PESO ESPECÍFICO DE MASA SECA = 2.63 cc
ABSORCIÓN = 0.37 %

NOTA:

La norma ASTM C128 indica:


5.1 La densidad relativa (gravedad específica) es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el árido en diversas mezclas que contienen áridos, incluyendo el hormigón con cemento Portland, hormigón bituminoso y otras mezclas que son dosificadas o analizadas en base al volumen absoluto.


En cambio, la densidad o densidad relativa (gravedad específica) (S) se emplea para calcular el árido cuando se encuentra seco o se presume seco.


5.2 La densidad aparente y la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) se relaciona con el material sólido que conforman las partículas constituyentes, sin incluir los poros que son accesibles al agua. Este valor no se usa mucho para la tecnología de los áridos en la construcción.

5.3 Los valores de absorción se utilizan para calcular el cambio de masa de un árido debido al agua absorbida en los poros dentro de las partículas constituyentes, comparados con la condición seca, cuando se considera que el árido ha estado en contacto con el agua el tiempo suficiente para satisfacer el máximo de su potencial de absorción.

Tabla 12. Resultados peso específico y absorción – arena fluvial

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN MUESTRA N° 1 - CANTERA FLUVIAL					
DESCRIPCIÓN		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	227.00	211.94	221.90	
B	Peso Frasco + H2O	641.69	707.16	675.39	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	868.69	919.10	897.29	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	782.04	838.63	813.06	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	86.65	80.47	84.23	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	223.23	209.03	218.56	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	82.88	77.56	80.89	
Peso Específico Aparente = (F/G)		2.693	2.695	2.702	2.70
Peso Específico de masa saturado superficialmente seco = (A/E)		2.620	2.634	2.634	2.63
Peso Específico de masa seca = (F/E)		2.576	2.598	2.595	2.59
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		1.69	1.39	1.53	1.54

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN MUESTRA N° 2 - CANTERA FLUVIAL					
DESCRIPCIÓN		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	200.00	218.00	213.87	
B	Peso Frasco + H2O	722.75	741.12	734.80	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	922.75	959.12	948.67	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	847.29	876.86	868.15	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	75.46	82.26	80.52	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	196.95	214.75	210.60	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	72.41	79.01	77.25	
Peso Específico Aparente = (F/G)		2.720	2.718	2.726	2.72
Peso Específico de masa saturado superficialmente seco = (A/E)		2.650	2.650	2.656	2.65
Peso Específico de masa seca = (F/E)		2.610	2.611	2.615	2.61
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		1.55	1.51	1.55	1.54

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN MUESTRA N° 3 - CANTERA FLUVIAL					
DESCRIPCIÓN		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	236.25	218.64	220.50	
B	Peso Frasco + H2O	776.60	779.16	788.40	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	1012.85	997.80	1008.90	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	923.15	915.46	925.10	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	89.70	82.34	83.80	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	232.90	215.18	217.14	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	86.35	78.88	80.44	
Peso Específico Aparente = (F/G)		2.697	2.728	2.699	2.71
Peso Específico de masa saturado superficialmente seco = (A/E)		2.634	2.655	2.631	2.64
Peso Específico de masa seca = (F/E)		2.596	2.613	2.591	2.60
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		1.44	1.61	1.55	1.53

PROMEDIOS
PESO ESPECÍFICO APARENTE = 2.71 cc
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO = 2.64 cc
PESO ESPECÍFICO DE MASA SECA = 2.6 cc
ABSORCIÓN = 1.54 %

NOTA:

La norma ASTM C128 indica:

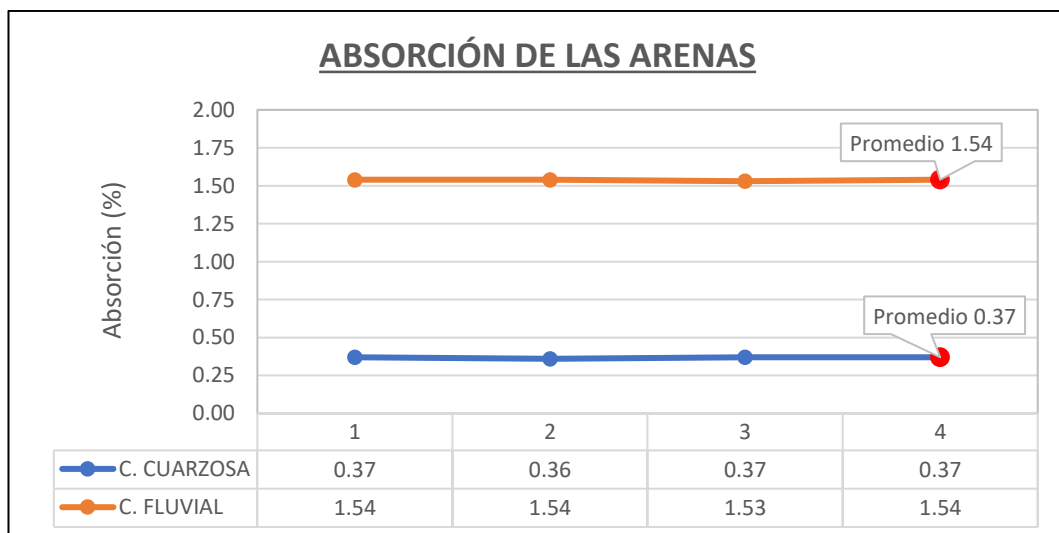
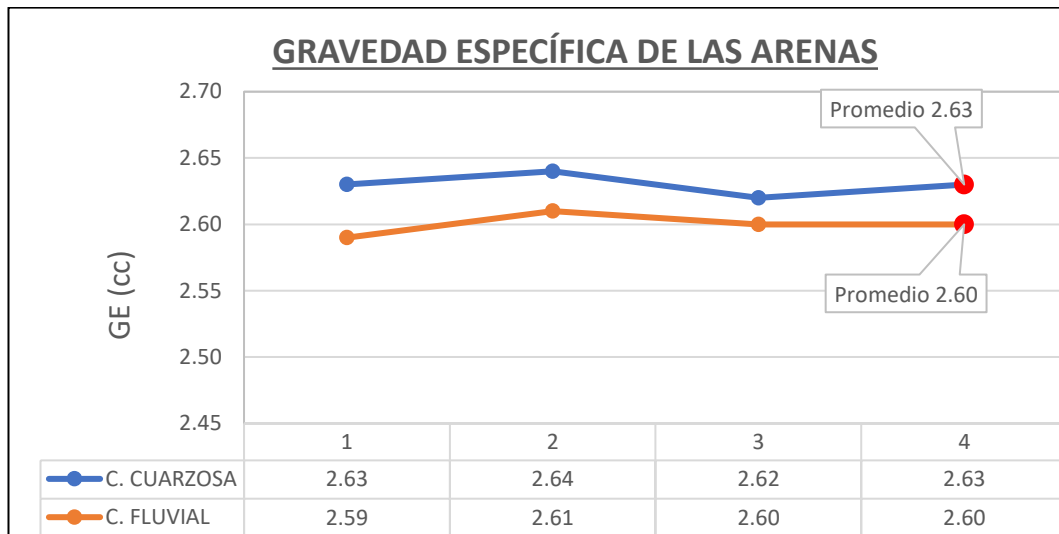
5.1 La densidad relativa (gravedad específica) es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el árido en diversas mezclas que contienen áridos, incluyendo el hormigón con cemento Portland, hormigón bituminoso y otras mezclas que son dosificadas o analizadas en base al volumen absoluto.

En cambio, la densidad o densidad relativa (gravedad específica) (S) se emplea para calcular el árido cuando se encuentra seco o se presume seco.

5.2 La densidad aparente y la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) se relaciona con el material sólido que conforman las partículas constituyentes, sin incluir los poros que son accesibles al agua. Este valor no se usa mucho para la tecnología de los áridos en la construcción.

5.3 Los valores de absorción se utilizan para calcular el cambio de masa de un árido debido al agua absorbida en los poros dentro de las partículas constituyentes, comparados con la condición seca, cuando se considera que el árido ha estado en contacto con el agua el tiempo suficiente para satisfacer el máximo de su potencial de absorción.

Gráfico 8. Gravedad específica y absorción – arena cuarzosa y fluvial



3.5 ANÁLISIS QUÍMICOS:

3.5.1 EL pH

El pH es una sigla que significa potencial de hidrogeno, y funciona como una medida de la acidez de la alcalinidad de una disolución, indicando la concentración de iones de hidronio presentes en una disolución.

La escala pH se establece entre el número 0 y 14: el 0 es el extremo de ácido, mientras que el 14 es el extremo de alcalino. El número 7, el intermedio, es el que se conoce como pH neutro. **(24)**

El cemento portland es altamente alcalino (pH 12) y por eso es fácilmente atacado por todos los ácidos. Los ácidos disuelven la pasta de cemento hidratado en el concreto causando desintegración, desmoronamiento, corrosión del refuerzo y pérdida de la resistencia del concreto. Mientras más alta es la concentración de ácidos, más vigoroso es el ataque, aunque existen excepciones tales como en el caso del ácido sulfúrico. Los ácidos inorgánicos son más agresivos que los orgánicos; la acción de los últimos depende más de la solubilidad de sus sales de calcio que del pH. **(25)**

La norma E.050 indica: si el valor del pH es menor a 4,0, el PR propone medidas de protección adecuadas para proteger el concreto simple o armado de todas las estructuras soterradas del ataque ácido.

3.5.2 MATERIA ORGÁNICA.

La materia orgánica suele consistir por lo general en productos de la descomposición de materia vegetal (sobre todo ácido tonito y sus derivados) y se manifiesta en forma de humus o margas orgánicas. La materia orgánica puede interferir las reacciones químicas de hidratación, retrasar el fraguado y el endurecimiento del concreto, en algunos casos descomponerse produciendo deterioro afectando la durabilidad del hormigón. El azúcar puede impedir el fraguado del cemento durante

algunos días. Las impurezas orgánicas pueden afectar la adherencia pasta agregado disminuyendo la resistencia. **(6)**

El método de “perdida por ignición” para la determinación del contenido orgánico es más aplicable en aquellos materiales identificados como turbas, todos orgánicos y suelos que contengan materia vegetal relativamente no descompuesta ni deteriorada o materiales de plantas frescas como madera, raíces, pasto o materiales carbonáceos como lignito, carbón, etc. Este método sirve para determinar la oxidación cuantitativa de materia orgánica en tales materiales y proporciona una estimación válida del contenido orgánico. **(11)**

La norma CE.010 indica: el valor del contenido de materia orgánica (carbono y lignito) con el método por ignición, no debe ser mayor a 0,5 %, para ser utilizado como agregado en concreto y/o morteros hidráulicos.

3.5.3 CLORUROS.

La corrosión del acero de refuerzo existente dentro del concreto se origina por la presencia exclusiva de oxígeno y humedad en las proximidades de las barras, pero la existencia de cloruros libres en el medio que las rodea es un desencadenante del proceso.

El fenómeno de la corrosión del acero de refuerzo es causa frecuente de que las estructuras de concreto se deterioren prematuramente, aun cuando el concreto, por su alta alcalinidad con un pH promedio de 12.5 y baja conductividad, suele ser un medio que proporciona buena protección al acero contra la corrosión. Sin embargo, dentro de un esquema de ambiente agresivo, esta protección no es suficientemente eficaz y el fenómeno se produce. Pero existen también condiciones que de origen la favorecen y son las siguientes:

Excesiva porosidad del concreto

Reducido espesor del recubrimiento de concreto sobre el refuerzo

Existencia de grietas en la estructura

Alta concentración de agentes corrosivos en los componentes del concreto.

La resistencia a compresión ha sido utilizada por lo regular como un indicador de la durabilidad del concreto; sin embargo, cada día se hace más evidente que por sí misma no determina la durabilidad del concreto. La impermeabilidad y la resistencia química rigen también la vida útil de una estructura, aunque estos factores están a su vez influidos por la composición del cemento y la calidad de la mezcla.

Los cloruros pueden estar presentes desde el inicio en la mezcla de concreto fresco (disueltos en los agregados, en los aditivos o en el agua).

(12)

La norma E.050 indica: Los fenómenos corrosivos del ión cloro a las cimentaciones se restringe al ataque químico al acero de refuerzo del concreto armado. Cuando el contenido de ión cloro determinado mediante la NTP 400.014, sea mayor 0,15 %, el PR recomienda las medidas de protección necesarias.

3.5.4 SULFATOS.

Los sulfatos son compuestos químicos que están presentes en una gran variedad de concentraciones en el suelo, aguas subterráneas, aguas superficiales y aguas de mar. Las formaciones de sulfato más comunes son sulfatos de sodio, potasio, magnesio y calcio.

El ataque se presenta, cuando a través del agua, concentraciones relativamente altas de sulfatos entran en contacto con los compuestos hidratados de la pasta de cemento. Este contacto hace que se produzca una reacción química que genera expansión en la pasta y crea una presión capaz de romperla y finalmente desintegrar el concreto.

Los mecanismos que intervienen en el ataque del concreto por sulfatos son dos:

Reacción del sulfato con hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento formando sulfatos de calcio (yeso).

Reacción de sulfato de calcio con el aluminato de calcio hidratado formando sulfato aluminato de calcio (etringita).

Ambas reaccionan dan como resultado un aumento de volumen en el sólido, pero la segunda genera expansiones, rupturas y ablandamiento del concreto pues los sulfatos reaccionan con el aluminato de calcio hidratado. Las consecuencias del ataque de sulfatos no solo producen degradación por expansión y fisuración, también, una reducción en la resistencia mecánica debido a la pérdida de cohesión en la pasta de cemento, lo anterior también conlleva a una pérdida de adherencia entre la pasta y las partículas de los agregados. **(13)**

La norma E.060 indica: El concreto que va a estar expuesto a soluciones o

**TABLA 4.4
REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS**

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f _c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	0,0 ≤ SO ₄ < 0,1	0 ≤ SO ₄ < 150	—	—	—
Moderada**	0,1 ≤ SO ₄ < 0,2	150 ≤ SO ₄ < 1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	0,2 ≤ SO ₄ < 2,0	1500 ≤ SO ₄ < 10000	V	0,45	31
Muy severa	2,0 < SO ₄	10000 < SO ₄	Tipo V más puzolana***	0,45	31

suelos que contengan sulfatos debe cumplir con los requisitos de la Tabla 4.4.

3.5.5 SALES TOTALES.

Las sales solubles tales como los cloruros, los sulfatos y los nitratos representan el mayor y más potencialmente dañino grupo de sales solubles contaminantes no visibles. Los fluoruros y otros halógenos también son extremadamente corrosivos, pero no son tan comunes como los mencionados, sin embargo, este documento se limitará a los cloruros y a los sulfatos debido a la insuficiencia de investigación y datos con respecto al comportamiento de los nitratos y otras sales solubles.

Las sales solubles son descritas por la Sociedad de Recubrimientos Protectores, SSPC, en su glosario como –“un compuesto químico iónico que se disuelve en agua para formar una solución de iones positivos y negativos “. Claramente se define que, a mayor grado de limpieza de la superficie, mejor será el desempeño del recubrimiento, pero, algunos materiales conductivos tienen poco o ningún efecto sobre la corrosión, mientras hay otros que lo pueden afectar en alto grado.

Las sales contaminantes perjudiciales más comúnmente encontradas son los cloruros, los sulfatos y los nitratos, aunque hay industrias específicas que pueden tener otras. Estas sales pueden ser tan perjudiciales que pueden causar fallas prematuras en los revestimientos en tan solo unas pocas semanas en el medio ambiente apropiado. Estas sales definitivamente pueden afectar la totalidad del tiempo de vida útil de un recubrimiento, aun si el revestimiento llegase a superar el periodo de garantía estimado.

El escenario es el mismo cuando la aplicación se realiza sobre una superficie de concreto. Las sales que no han sido removidas de la superficie absorberán la humedad a través del recubrimiento produciendo ácidos diluidos. Estos ácidos tales como el ácido sulfúrico y el ácido clorhídrico reaccionarán con el concreto y harán que el mismo se deteriore debajo del revestimiento. Estas mismas sales en servicio de inmersión o en ambientes húmedos también

pueden causar ampollamiento por ósmosis en los revestimientos aplicados sobre concreto. **(14)**

La norma CE.010 indica: el valor máximo de las sales solubles no debe ser mayor a 0.5 %, de ser así no se recomienda el uso de dicho material.

Tabla 13. Resultados de los análisis químicos a las arenas cuarzosas y fluviales



UNAP

Facultad de
Ingeniería Química

CERTIFICADO DE ANALISIS

MUESTRA	Arena blanca M 1
TESIS	ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO: CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL – COMUNIDAD ASTORIA Y CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA – COMUNIDAD VARILLAL EN LA CIUDAD DE IQUITOS, AÑO 2016
SOLICITANTES	JUAN LEONARDO TENORIO CHUNG. SERGIO ACOSTA HUAYLLAHUA
COLECTOR	El solicitante
ANALISIS SOLICITADOS	QUÍMICO
FECHA DE ENSAYO	13 al 15 de Octubre del 2016

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	NORMA NTP
pH	-.-.-	7,92	339.176
Materia Orgánica (método por ignición)	%	0,05	AASHTO T267
Cloruros	ppm	21,52	339.178
Sulfatos	ppm	246,57	339.177
Sales totales	ppm	326,61	339.152

Iquitos, 17 de Octubre del 2016.


 Laura Rosa Garcia Panduro
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP 23792



UNAP

Facultad de
Ingeniería Química

CERTIFICADO DE ANALISIS

MUESTRA Arena blanca M 2
TESIS ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO: CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL – COMUNIDAD ASTORIA Y CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA – COMUNIDAD VARILLAL EN LA CIUDAD DE IQUITOS, AÑO 2016

SOLICITANTES JUAN LEONARDO TENORIO CHUNG.
SERGIO ACOSTA HUAYLLAHUA

COLECTOR El solicitante
ANALISIS SOLICITADOS QUÍMICO
FECHA DE ENSAYO 13 al 15 de Octubre del 2016

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	NORMA NTP
pH	---	7,77	339.176
Materia Orgánica (método por ignición)	%	0,093	AASHTO T267
Cloruros	ppm	24,15	339.178
Sulfatos	ppm	457,45	339.177
Sales totales	ppm	590,16	339.152

Iquitos, 17 de Octubre del 2016.


Laura Rosa García Panduro
Ingeniero Químico
Reg. CIP 23792



UNAP

Facultad de
Ingeniería Química

CERTIFICADO DE ANALISIS

MUESTRA Arena blanca M 3
TESIS ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO: CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL – COMUNIDAD ASTORIA Y CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA – COMUNIDAD VARILLAL EN LA CIUDAD DE IQUITOS, AÑO 2016
SOLICITANTES JUAN LEONARDO TENORIO CHUNG.
SERGIO ACOSTA HUAYLLAHUA
COLECTOR El solicitante
ANALISIS SOLICITADOS QUÍMICO
FECHA DE ENSAYO 13 al 15 de Octubre del 2016

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	NORMA NTP
pH	---	7,81	339.176
Materia Orgánica (método por ignición)	%	0,037	AASHTO T267
Cloruros	ppm	22,70	339.178
Sulfatos	ppm	379,42	339.177
Sales totales	ppm	481,78	339.152

Iquitos, 17 de Octubre del 2016.


Laura Rosa García Panduro
Ingeniero Químico
Reg. CIP 23792



UNAP

Facultad de
Ingeniería Química

CERTIFICADO DE ANALISIS

MUESTRA Arena gris M 1
TESIS ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO: CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL – COMUNIDAD ASTORIA Y CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA – COMUNIDAD VARILLAL EN LA CIUDAD DE IQUITOS, AÑO 2016
SOLICITANTES JUAN LEONARDO TENORIO CHUNG.
SERGIO ACOSTA HUAYLLAHUA
COLECTOR El solicitante
ANALISIS SOLICITADOS QUÍMICO
FECHA DE ENSAYO 13 al 15 de Octubre del 2016

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	NORMA NTP
pH	---	9,46	339.176
Materia Orgánica (método por ignición)	%	0,84	AASHTO T267
Cloruros	ppm	22,62	339.178
Sulfatos	ppm	489,57	339.177
Sales totales	ppm	602,24	339.152

Iquitos, 17 de Octubre del 2016.


Laura Rosa García Panduro
Ingeniero Químico
Reg. CIP 23792

CERTIFICADO DE ANALISIS

MUESTRA	Arena gris M 2
TESIS	ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO: CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL – COMUNIDAD ASTORIA Y CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA – COMUNIDAD VARILLAL EN LA CIUDAD DE IQUITOS, AÑO 2016
SOLICITANTES	JUAN LEONARDO TENORIO CHUNG. SERGIO ACOSTA HUAYLLAHUA
COLECTOR	El solicitante
ANALISIS SOLICITADOS	QUÍMICO
FECHA DE ENSAYO	13 al 15 de Octubre del 2016

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	NORMA NTP
pH	---	9,41	339.176
Materia Orgánica (método por ignición)	%	0,83	AASHTO T267
Cloruros	ppm	21,73	339.178
Sulfatos	ppm	397,50	339.177
Sales totales	ppm	494,25	339.152

Iquitos, 17 de Octubre del 2016.



Laura Rosa García Panduro
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP 23792



UNAP

Facultad de
Ingeniería Química

CERTIFICADO DE ANALISIS

MUESTRA Arena gris M 3
TESIS ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO: CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL – COMUNIDAD ASTORIA Y CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA – COMUNIDAD VARILLAL EN LA CIUDAD DE IQUITOS, AÑO 2016

SOLICITANTES JUAN LEONARDO TENORIO CHUNG.
SERGIO ACOSTA HUAYLLAHUA

COLECTOR El solicitante
ANALISIS SOLICITADOS QUÍMICO
FECHA DE ENSAYO 13 al 15 de Octubre del 2016

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	NORMA NTP
pH	---	9,62	339.176
Materia Orgánica (método por ignición)	%	0,73	AASHTO T267
Cloruros	ppm	20,96	339.178
Sulfatos	ppm	327,61	339.177
Sales totales	ppm	448,25	339.152

Iquitos, 17 de Octubre del 2016.


Laura Rosa García Panduro
Ingeniero Químico
Reg. CIP 23792

Tabla 14. Resumen de ensayos químicos – arena cuarzosa y fluvial

Ensayo		Unidad	Especificaciones		M1	M2	M3	Promedio	Observación
			NTP 400.037 / ASTM C33-07	Norma					
Ensayos químicos - arena blanca de cantera cuarzosa - comunidad de Varillal									
pH	---	---	E.050 / Debe ser > 4	7.92	7.77	7.81	7.83	Cumple	
Materia orgánica (método de ignición)	%	---	CE.010 / máx 0.5%	0.05	0.093	0.037	0.06	Cumple	
Cloruros	ppm	600 (máx)	---	21.52	24.15	22.7	22.79	Cumple	
Sulfatos	ppm	1000 (máx)	---	246.57	457.45	379.42	361.15	Cumple	
Sales totales	ppm	1300 (máx)	---	326.61	590.16	481.78	466.18	Cumple	

Ensayo		Unidad	Especificaciones		M1	M2	M3	Promedio	Observación
			NTP 400.037 / ASTM C33-07	Norma					
Ensayos químicos - arena gris de cantera fluvial - comunidad Astoria									
pH	---	---	E.050 / Debe ser > 4	9.46	9.41	9.62	9.50	Cumple	
Materia orgánica (método de ignición)	%	---	CE.010 / máx 0.5%	0.84	0.83	0.73	0.80	No Cumple	
Cloruros	ppm	600 (máx)	---	22.62	21.73	20.96	21.77	Cumple	
Sulfatos	ppm	1000 (máx)	---	489.57	397.5	327.61	404.89	Cumple	
Sales totales	ppm	1300 (máx)	---	602.24	494.25	448.25	514.91	Cumple	

3.6 **AGUA**

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr:

- La formación del gel.
- Permitir que el conjunto de la masa adquiriera las propiedades que.
- En estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma.
- En estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas.
- Como requisito de carácter general y sin que ello implique la relación de ensayos que permitan verificar su calidad, se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables, o las que por experiencia se conozca que pueden ser utilizadas en la preparación del concreto.

a) Requisitos de calidad

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 y ser, de preferencia, potable.

No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. A continuación, se presenta, en partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en el concreto.

Descripción	Límites permisibles
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo.
Materia orgánica	3 ppm máximo.
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 ppm máximo.
Sulfato (Ión SO ₄)	600 ppm máximo.
Cloruros (Ión Cl)	1000 ppm máximo
Ph	5 a 8

La selección de las proporciones del agua en la mezcla de concreto se basará en resultados en los que se ha utilizado en la preparación del concreto. **(2)**

Está prohibido el empleo de aguas ácidas; calcáreas, minerales carbonatadas o naturales, aguas provenientes de minas; aguas que contengan residuos industriales; aguas salobres o con un alto contenido de sulfatos mayor de 1%; aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagüe. **(5)**

3.7 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Utilizando el método de volúmenes absolutos, el cual consiste en el volumen total desplazado por los materiales conocidos (como el agua, aire, cemento), restando esto al volumen unitario del concreto (1 m³) para obtener el volumen requerido del agregado fino y este a su vez es convertido en unidades de peso multiplicándolo por la densidad del material.

Se elaboraron 3 diseños de mortero con arena cuarzosa en base a 3 relaciones agua-cemento (0,64; 0,70 y 0,77) y 3 diseños de mortero con arena fluvial en base a 3 relaciones agua cemento (0.58, 0.63, 0.69) con un tipo de cemento (Inka lco).

Las relaciones a/c indicadas se determinaron con el criterio de obtener la resistencia del mortero a los 28 días, y así elaborase un cuadro relación a/c – resistencia, el que servirá como guía para diseñar morteros con estos tipos de arena. Un segundo criterio fue el de obtener morteros con resistencias cercanas a 175, 210 y 245 kg/cm², las utilizadas comúnmente en la construcción de edificaciones.

El objetivo es lograr un mortero con una mezcla homogénea y trabajable, con dos de los tipos de arenas que se encuentran en la ciudad de Iquitos, para conocer sus características y comportamientos, para luego realizar el análisis comparativo respectivo.

4.7.1 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO INKA TIPO Ico CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA PARA 3 RELACIONES AGUA CEMENTO: 0,64; 0,70 Y 0,77

A. Características de los materiales:

Cemento: Marca y tipo: Inka – tipo Ico

Procedencia: Lima

Peso específico: 3.03 gr/cc

Agua: Agua potable de la red pública de la ciudad de Iquitos.

Peso específico: 1,000 kg/m³

Agregado: Cantera Chuquival-comunidad Varillal (carretera Iquitos-Nauta km. 13+200)

Peso unitario suelto: 1,516 kg/m³

Peso unitario compactado: 1,749 kg/m³

Peso específico seco: 2.63 gr/cc

Absorción %: 0.37 %

Módulo de fineza: 1.13

B. Condiciones ambientales y de exposición:

Lugar: Laboratorio de suelos UCP

Temperatura ambiente: 32 °C

4.7.1.1 Diseño de mezcla, con relación agua/cemento de 0,64

a) Características del diseño:

Resistencia F'c:	A OBTENER.
Asentamiento slump:	3 a 5 pulg.
Relación agua/cemento:	0.64
Estimación de agua:	307 lts/m ³
Factor cemento:	$307 / 0.64 = 479.69 \text{ kg/m}^3 = 11.29 \text{ bls.}$
Contenido de aire atrapado:	8.50 %
Humedad de diseño:	7.38 %

b) Cálculo de volúmenes absolutos de la mezcla:

Cemento:	$479.69 / 3,030 = 0.158 \text{ m}^3$
Agua:	$307.00 / 1,000 = 0.307 \text{ m}^3$
Aire atrapado:	$8.50 / 100 = 0.085$

Total = 0,550 m³

Volumen absoluto de la arena: $1.000 - 0.550 = 0.450 \text{ m}^3$

Peso de la arena: $0.450 \times 2,630 = 1,183.50 \text{ kg/m}^3$

c) Valores de diseño en condiciones secas:

Cemento:	479.69 kg/m ³
Agua:	307.00 kg/m ³
Arena:	1,183.50 kg/m ³

d) Corrección por humedad del agregado:

Peso húmedo de la arena: $1,183.50 \times (1 + (7.38/100)) = 1,270.84 \text{ kg/m}^3$

Humedad superficial de la arena: $7.38 - 0.37 = 7.01 \%$

Aporte de humedad de la arena: $1,183.50 \times (7.01/100) = 82.96 \text{ lts.}$

Agua efectiva para el diseño: $307.00 - 82.96 = 224.04 \text{ lts.}$

e) Valores de diseño corregido por humedad:

Cemento:	479.69 kg/m ³
----------	--------------------------

Agua: 224.41 kg/m³
Arena: 1,270.84 kg/m³

f) Proporciones en peso (kg)

Cemento: $479.69 / 479.69 = 1.00$ kg
Arena: $1,270.84 / 479.69 = 2.65$ kg
Agua: $0.64 \times 42.50 = 27.20$ kg

Dosificación en peso: 1 : 2.65 / 27.20 lts.

g) Proporciones en volumen (pie³)

Se necesita como dato el peso unitario suelto corregido por humedad de la arena.

PUSS: $1,516.00 \times (1 + (7.38 / 100)) = 1,627.88$ kg/m³

Dosificación en volumen: 1 : 2.44 / 27.20 lts.

h) Dosificación por bolsa de cemento:

Cemento: 42.50 kg
Agua: 27.20 lts
Arena: 112.63 kg

4.7.1.2 Diseño de mezcla con relación agua-cemento de 0,70

a) Características del diseño:

Resistencia F'c: A OBTENER.
Asentamiento slump: 3 a 5 pulg.
Relación agua/cemento: 0.70
Estimación de agua: 307 lts/m³
Factor cemento: $307 / 0.70 = 438.57 \text{ kg/m}^3 = 10.32 \text{ bls}$
Contenido de aire atrapado: 8.50 %
Humedad de diseño: 5.44 %

b) Cálculo de volúmenes absolutos de la mezcla:

Cemento: $438.57 / 3,030 = 0.145 \text{ m}^3$
Agua: $307.00 / 1,000 = 0.307 \text{ m}^3$
Aire atrapado: $8.50 / 100 = 0.085$

Total = 0.537 m³

Volumen absoluto de la arena: $1.000 - 0.539 = 0.463 \text{ m}^3$

Peso de la arena: $0.463 \times 2,630 = 1,217.69 \text{ kg/m}^3$

c) Valores de diseño en condiciones secas:

Cemento: 438.57 kg/m³
Agua: 307.00 kg/m³
Arena: 1,217.69 kg/m³

d) Corrección por humedad del agregado:

Peso húmedo de la arena: $1,217.69 \times (1 + (5.44 / 100)) = 1,283.93 \text{ kg/m}^3$

Humedad superficial de la arena: $5.44 - 0.37 = 5.07 \%$

Aporte de humedad de la arena: $1,217.69 \times (5.44 / 100) = 61.74 \text{ lts.}$

Agua efectiva para el diseño: $307.00 - 61.74 = 245.26 \text{ lts.}$

e) Valores de diseño corregido por humedad:

Cemento: 438.57 kg/m³

Agua: 245.53 kg/m³

Arena: 1,283.93 kg/m³

f) Proporciones en peso (kg)

Cemento: $438.57 / 438.57 = 1.00$ kg

Arena: $1,283.93 / 438.57 = 2.93$ kg

Agua: $0.70 \times 42.50 = 29.75$ kg

Dosificación en peso: 1 : 2.93 / 29.75 lts.

g) Proporciones en volumen (pie³)

Se necesita como dato el peso unitario suelto corregido por humedad de la arena.

PUSS: $1,516.00 \times (1 + (5.44 / 100)) = 1,598.47$ kg/m³

Dosificación en volumen: 1 : 2.75 / 29.75 lts.

h.- Dosificación por bolsa de cemento:

Cemento: 42.50 kg

Agua: 29.75 lts

Arena: 124.53 kg

4.7.1.3 Diseño de mezcla con relación agua-cemento de 0,77

a) Características del diseño:

Resistencia F'c: A OBTENER.
Asentamiento slump: 3 a 5 pulg.
Relación agua/cemento: 0.77
Estimación de agua: 307 lts/m³
Factor cemento: $307 / 0.77 = 398.70 \text{ kg/m}^3 = 9.38 \text{ bls.}$
Contenido de aire atrapado: 8.50 %
Humedad de diseño: 5.44 %

b) Cálculo de volúmenes absolutos de la mezcla:

Cemento: $398.70 / 3,030 = 0.132 \text{ m}^3$
Agua: $307.00 / 1,000 = 0.307 \text{ m}^3$
Aire atrapado: $8.50 / 100 = 0.085$
Total = 0.524 m³
Volumen absoluto de la arena: $1.000 - 0.524 = 0.476 \text{ m}^3$
Peso de la arena: $0.476 \times 2,630 = 1,251.88 \text{ kg/m}^3$

c) Valores de diseño en condiciones secas:

Cemento: 398.70 kg/m³
Agua: 307.00 kg/m³
Arena: 1,251.88 kg/m³

d) Corrección por humedad del agregado:

Peso húmedo de la arena: $1,251.88 \times (1 + (5.44 / 100)) = 1,319.98 \text{ kg/m}^3$
Humedad superficial de la arena: $5.44 - 0.37 = 5.07 \%$
Aporte de humedad de la arena: $1,251.88 \times (5.07 / 100) = 63.47 \text{ lts.}$
Agua efectiva para el diseño: $307.00 - 63.47 = 243.53 \text{ lts.}$

e) Valores de diseño corregido por humedad:

Cemento: 398.70 kg/m³

Agua: 243.66 kg/m³
Arena: 1,319.98 kg/m³

f) Proporciones en peso (kg)

Cemento: $398.70 / 398.70 = 1.00$ kg
Arena: $1,319.98 / 398.70 = 3.31$ kg
Agua: $0.77 \times 42.50 = 32.73$ kg

Dosificación en peso: 1 : 3.31 / 32.73 lts.

g) Proporciones en volumen (pie³)

Se necesita como dato el peso unitario suelto corregido por humedad de la arena.

PUSS: $1,516.00 \times (1 + (5.44 / 100)) = 1,598.47$ kg/m³

Dosificación en volumen: 1 : 3.11 / 32.73 lts.

h) Dosificación por bolsa de cemento:

Cemento: 42.50 kg
Agua: 32.73 lts
Arena: 140.68 kg

4.8 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO INKA TIPO Ico CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL PARA 3 RELACIONES AGUA CEMENTO: 0.58; 0.63 Y 0.69

a) Características de los materiales:

Cemento:

Marca y tipo: Inka – tipo Ico

Procedencia: Lima

Peso específico: 3.03 gr/cc

Agua:

Agua potable de la red pública de la ciudad de Iquitos.

Peso específico: 1,000 kg/m³

Agregado:

Cantera: Chuquival-comunidad de Varillal (carretera Iquitos-Nauta km. 13+200)

Peso unitario suelto: 1,396 kg/m³

Peso unitario compactado: 1,548 kg/m³

Peso específico seco: 2.60 gr/cc

Absorción %: 1.54 %

Módulo de fineza: 1.72

b) Condiciones ambientales y de exposición:

Lugar: Laboratorio de suelos UCP

Temperatura ambiente: 32 °C

4.8.1.1 Diseño de mezcla con relación agua-cemento de 0,58

a) **Características del diseño:**

Resistencia F'c: A OBTENER.
Asentamiento slump: 3 a 5 pulg.
Relación agua/cemento: 0.58
Estimación de agua: 312 lts/m³
Factor cemento: $312 / 0.58 = 537.93 \text{ kg/m}^3 = 12.66 \text{ bls.}$
Contenido de aire atrapado: 8.50 %
Humedad de diseño: 1.30 %

5 **Cálculo de volúmenes absolutos de la mezcla:**

Cemento: $537.93 / 3,030 = 0.178 \text{ m}^3$
Agua: $312.00 / 1,000 = 0.312 \text{ m}^3$
Aire atrapado: $8.50 / 100 = 0.085$

Total = 0.575 m³

Volumen absoluto de la arena: $1.000 - 0.575 = 0.425 \text{ m}^3$
Peso de la arena: $0.425 \times 2,600 = 1,105.00 \text{ kg/m}^3$.

6 **Valores de diseño en condiciones secas:**

Cemento: 537.93 kg/m³
Agua: 312.00 kg/m³
Arena: 1,105.00 kg/m³

7 **Corrección por humedad del agregado:**

Peso húmedo de la arena: $1,105.00 \times (1 + (1.30 / 100)) = 1,119.37 \text{ kg/m}^3$
Humedad superficial de la arena: $1.30 - 1.54 = -0.24 \%$
Aporte de humedad de la arena: $1,105.00 \times (-0.24 / 100) = -2.65 \text{ lts.}$
Agua efectiva para el diseño: $312.00 - -2.65 = 314.65 \text{ lts.}$

8 **Valores de diseño corregido por humedad:**

Cemento: 537.93 kg/m³

Agua: 314.64 kg/m³
Arena: 1,119.37 kg/m³

9 Proporciones en peso (kg)

Cemento: $537.93 / 537.93 = 1.00$ kg
Arena: $1,119.37 / 537.93 = 2.08$ kg
Agua: $0.58 \times 42.50 = 24.65$ kg

Dosificación en peso: 1 : 2.08 / 24.65 lts.

10 Proporciones en volumen (pie³)

Se necesita como dato el peso unitario suelto corregido por humedad de la arena.

PUSS: $1,396.00 \times (1 + (1.30 / 100)) = 1,414.15$ kg/m³

Dosificación en volumen: 1 : 2.21 / 24.65 lts.

11 Dosificación por bolsa de cemento:

Cemento: 42.50 kg
Agua: 24.65 lts
Arena: 88.40 kg

4.8.1.2 Diseño de mezcla con relación agua-cemento de 0.63

a) Características del diseño:

Resistencia F'c: A OBTENER.
Asentamiento slump: 3 a 5 pulg.
Relación agua/cemento: 0.63
Estimación de agua: 312 lts/m³
Factor cemento: $312 / 0.63 = 495.24 \text{ kg/m}^3 = 11.65 \text{ bls.}$
Contenido de aire atrapado: 8.50 %
Humedad de diseño: 1.51 %

b) Cálculo de volúmenes absolutos de la mezcla:

Cemento: $495.24 / 3,030 = 0.163 \text{ m}^3$
Agua: $312.00 / 1,000 = 0.312 \text{ m}^3$
Aire atrapado: $8.50 / 100 = 0.085$
Total = 0.560 m³
Volumen absoluto de la arena: $1.000 - 0.560 = 0.440 \text{ m}^3$
Peso de la arena: $0.440 \times 2,600 = 1,144.00 \text{ kg/m}^3$

c) Valores de diseño en condiciones secas:

Cemento: 495.24 kg/m³
Agua: 312.00 kg/m³
Arena: 1,144.00 kg/m³

d) Corrección por humedad del agregado:

Peso húmedo de la arena: $1,144.00 \times (1 + (1.51 / 100)) = 1,161.27 \text{ kg/m}^3$
Humedad superficial de la arena: $1.51 - 1.54 = -0.03 \%$
Aporte de humedad de la arena: $1,144.00 \times (-0.03 / 100) = -0.34 \text{ lts.}$
Agua efectiva para el diseño: $312.00 - (-0.34) = 312.34 \text{ lts.}$

e) Valores de diseño corregido por humedad:

Cemento: 495.24 kg/m³

Agua: 312.34 kg/m³

Arena: 1161.27 kg/m³

f) Proporciones en peso (kg)

Cemento: $495.24 / 495.24 = 1.00$ kg

Arena: $1,161.27 / 495.24 = 2.34$ kg

Agua: $0.63 \times 42.50 = 26.78$ kg

Dosificación en peso: 1 : 2.34 / 26.78 lts.

g) Proporciones en volumen (pie³)

Se necesita como dato el peso unitario suelto corregido por humedad de la arena. PUS: $1,396 \times (1 + (1.51 / 100)) = 1,417.08$ kg/m³

Dosificación en volumen: 1 : 2.48 / 26.78 lts.

h) Dosificación por bolsa de cemento:

Cemento: 42.50 kg

Agua: 26.78 lts

Arena: 99.45 kg

4.8.1.3 Diseño de mezcla con relación agua-cemento de 0.69

a) Características del diseño:

Resistencia F'c: A OBTENER.
Asentamiento slump: 3 a 5 pulg.
Relación agua/cemento: 0.69
Estimación de agua: 312 lts/m³
Factor cemento: $312 / 0.69 = 452.17 \text{ kg/m}^3 = 10.64 \text{ bls.}$
Contenido de aire atrapado: 8.50 %
Humedad de diseño: 1.25 %

b) Cálculo de volúmenes absolutos de la mezcla:

Cemento: $452.17 / 3,030 = 0.149 \text{ m}^3$
Agua: $312.00 / 1,000 = 0.312 \text{ m}^3$
Aire atrapado: $8.50 / 100 = 0.085$
Total = 0.546 m³
Volumen absoluto de la arena: $1.000 - 0.546 = 0.454 \text{ m}^3$
Peso de la arena: $0.454 \times 2,600 = 1,180.40 \text{ kg/m}^3$

c) Valores de diseño en condiciones secas:

Cemento: 452.17 kg/m³
Agua: 312.00 kg/m³
Arena: 1,180.40 kg/m³

d) Corrección por humedad del agregado:

Peso húmedo de la arena: $1,180.40 \times (1 + (1.25 / 100)) = 1,195.16 \text{ kg/m}^3$
Humedad superficial de la arena: $1.25 - 1.54 = -0.29 \%$
Aporte de humedad de la arena: $1,180.40 \times (-0.29 / 100) = -3.42 \text{ lts.}$
Agua efectiva para el diseño: $312.00 - (-3.42) = 315.42 \text{ lts.}$

e) Valores de diseño corregido por humedad:

Cemento: 452.17 kg/m³

Agua: 315.42 kg/m³
Arena: 1,195.16 kg/m³

f) Proporciones en peso (kg)

Cemento: $452.17 / 452.17 = 1.00$ kg
Arena: $1,195.16 / 452.17 = 2.64$ kg
Agua: $0.69 \times 42.50 = 29.33$ kg

Dosificación en peso: 1 : 2.64 / 29.33 lts.

g) Proporciones en volumen (pie³)

Se necesita como dato el peso unitario suelto corregido por humedad de la arena. PUS: $1,396 \times (1 + (1.25 / 100)) = 1,413.45$ kg/m³

Dosificación en volumen: 1 : 2.80 / 29.33 lts.

h) Dosificación por bolsa de cemento:

Cemento: 42.50 kg
Agua: 29.33 lts
Arena: 112.20 kg

4.8 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

4.8.1 GENERALIDADES

Para cada caso particular de empleo se requieren en el concreto determinadas propiedades. Es por ello que el conocimiento de todas y cada una de las propiedades del concreto, así como de la interrelación entre ellas, es de importancia para los ingenieros el cual debe decidir, para cada caso particular de empleo de concreto, la mayor o menor importancia de cada una de ellas.

En el análisis de las propiedades del concreto es importante recordar que ellas están íntimamente asociadas con las características y proporciones relativas de los materiales integrantes; que la calidad, cantidad y densidad de la pasta es determinante en las propiedades del concreto y que la relación agua-cemento lo es sobre las características de la pasta. (2)

4.8.2 PESO UNITARIO DEL CONCRETO (CEMENTO-ARENA)

Se define como densidad del concreto a la relación del volumen de sólidos al volumen total de una unidad cubica. Puede también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido. (2)

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

Donde:

$$PU = f * W_m$$


PU = Peso unitario (kg/m³)

f = factor de calibración del recipiente (l/m³)


W_m = peso de la muestra (kg)

W_a = peso del agua (kg)


Tabla 15. Resultados peso unitario del concreto con arena cuarzosa

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso de la muestra + molde (kg.)	8.780	8.786	8.790
Peso del molde (kg.)	2.870	2.870	2.870
Peso de la muestra	5.910	5.916	5.920
Peso del agua en el recipiente (kg)	2.839	2.839	2.839
Factor de calibración del recipiente (lts/m3)	352	352	352
Peso unitario	2082	2084	2085
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	2,084		

PESO UNITARIO DEL CONCRETO = 2.084 Kg/m3.


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso de la muestra + molde (kg.)	8.761	8.764	8.765
Peso del molde (kg.)	2.872	2.872	2.872
Peso de la muestra	5.889	5.892	5.893
Peso del agua en el recipiente (kg)	2.836	2.836	2.836
Factor de calibración del recipiente (lts/m3)	353	353	353
Peso unitario	2077	2078	2078
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	2,078		

PESO UNITARIO DEL CONCRETO = 2.078 Kg/m3.


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso de la muestra + molde (kg.)	8.674	8.665	8.667
Peso del molde (kg.)	2.873	2.873	2.873
Peso de la muestra	5.801	5.792	5.794
Peso del agua en el recipiente (kg)	2.836	2.836	2.836
Factor de calibración del recipiente (lts/m3)	353	353	353
Peso unitario	2045	2042	2043
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	2,043		

PESO UNITARIO DEL CONCRETO = 2.043 Kg/m3.


Tabla 16. Resultados peso unitario del mortero con arena fluvial

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso de la muestra + molde (kg.)	8.795	8.769	8.790
Peso del molde (kg.)	2.866	2.866	2.866
Peso de la muestra	5.929	5.903	5.924
Peso del agua en el recipiente (kg)	2.844	2.844	2.844
Factor de calibración del recipiente (lts/m3)	352	352	352
Peso unitario	2085	2076	2083
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	2,081		

PESO UNITARIO DEL CONCRETO = 2.081 Kg/m3.

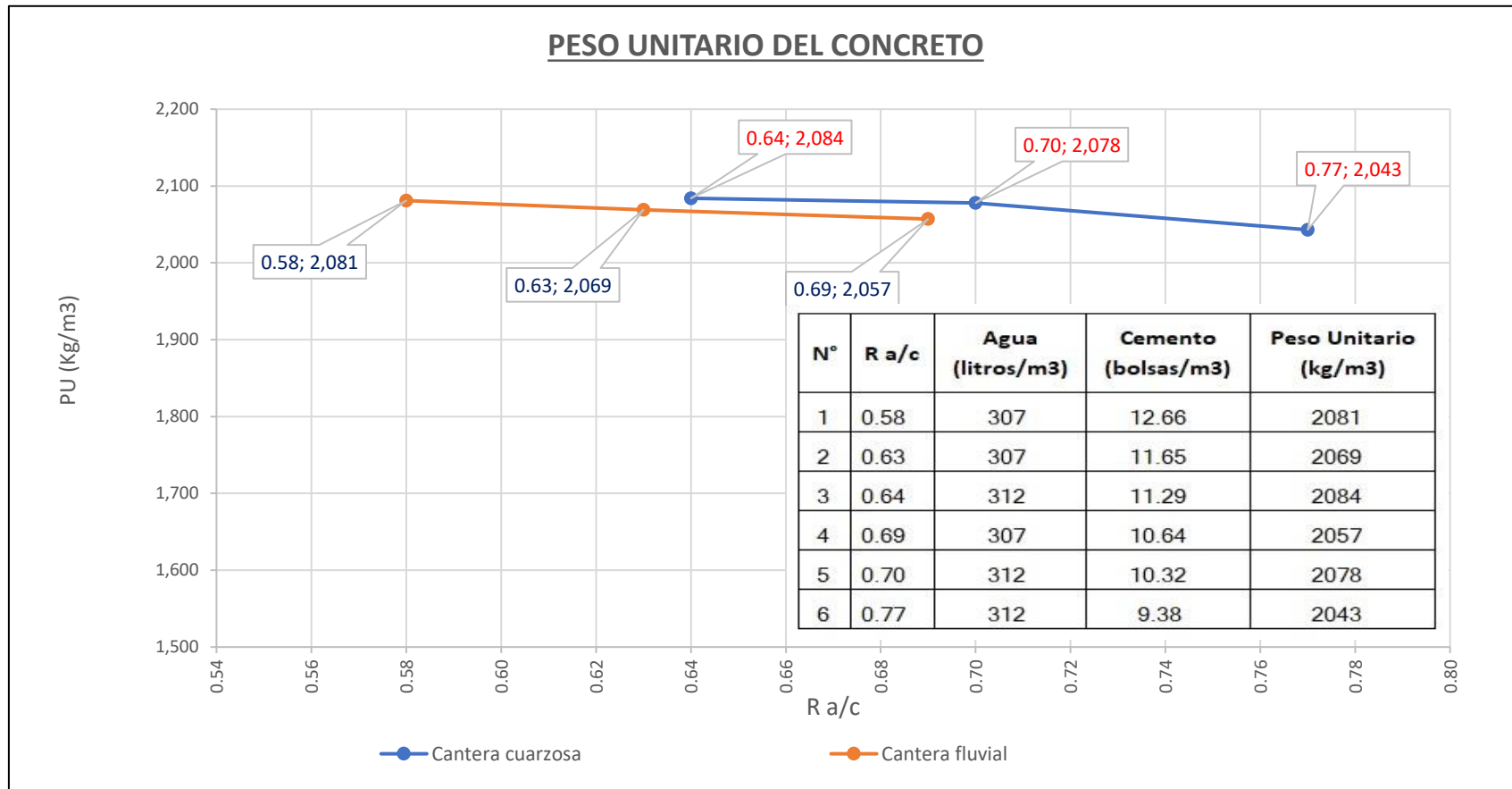
	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso de la muestra + molde (kg.)	8.743	8.749	8.745
Peso del molde (kg.)	2.870	2.870	2.870
Peso de la muestra	5.873	5.879	5.875
Peso del agua en el recipiente (kg)	2.840	2.840	2.840
Factor de calibración del recipiente (lts/m3)	352	352	352
Peso unitario	2068	2070	2069
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	2,069		

PESO UNITARIO DEL CONCRETO = 2.069 Kg/m3.

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso de la muestra + molde (kg.)	8.705	8.702	8.705
Peso del molde (kg.)	2.877	2.877	2.877
Peso de la muestra	5.828	5.825	5.828
Peso del agua en el recipiente (kg)	2.833	2.833	2.833
Factor de calibración del recipiente (lts/m3)	353	353	353
Peso unitario	2057	2056	2057
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)	2,057		

PESO UNITARIO DEL CONCRETO = 2.057 Kg/m3.

Gráfico 9. Peso unitario del concreto con arena cuarzosa y fluvial



4.8.3 RENDIMIENTO.

El rendimiento del concreto se define como la cantidad de mezcla fresca de concreto que se obtiene a partir de una dosificación conocida de insumos (ingredientes). El rendimiento de la mezcla fresca de concreto en estado plástico de una carga se determina dividiendo el peso total de los materiales entre el peso unitario promedio o la densidad del concreto, determinada de acuerdo con la ASTM C138. **(15)**

$$R = \frac{Vm}{NBc}$$

Donde:

R = Rendimiento (m³)

Vm = Volumen del mortero (m³)

NBc = Numero de bolsas de cemento (kg)

$$Vm = \frac{NBc * WBc + Wa + Wh2o}{PU}$$

Donde:


WBc = Peso de la bolsa de cemento (kg)

Wa = Peso de la arena (kg)


Wh2o = Peso del agua (kg)

PU = Peso unitario del mortero (kg/m³)


Tabla 17. Resultados rendimiento del concreto con arena cuarzosa

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	RENDIMIENTO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso del cemento en diseño de mezcla (kg.)	479.69	479.69	479.69
Peso de la arena en diseño de mezcla (kg.)	1177.44	1177.44	1177.44
Peso del agua en diseño de mezcla (kg.)	307.00	307.00	307.00
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2082	2084	2085
Volumen del mortero (m ³)	0.9434	0.9425	0.9420
RENDIMIENTO (m³/bolsa)	0.0836	0.0835	0.0835

RENDIMIENTO DEL CONCRETO = 0.0835 m³/bolsa.


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	RENDIMIENTO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso del cemento en diseño de mezcla (kg.)	438.57	438.57	438.57
Peso de la arena en diseño de mezcla (kg.)	1214.40	1214.40	1214.40
Peso del agua en diseño de mezcla (kg.)	307.00	307.00	307.00
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2077	2078	2078
Volumen del mortero (m ³)	0.9437	0.9432	0.9432
RENDIMIENTO (m³/bolsa)	0.0914	0.0914	0.0914


RENDIMIENTO DEL CONCRETO = 0.0914 m³/bolsa.

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	RENDIMIENTO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso del cemento en diseño de mezcla (kg.)	398.70	398.70	398.70
Peso de la arena en diseño de mezcla (kg.)	1248.72	1248.72	1248.72
Peso del agua en diseño de mezcla (kg.)	307.00	307.00	307.00
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2045	2042	2043
Volumen del mortero (m ³)	0.9557	0.9571	0.9566
RENDIMIENTO (m³/bolsa)	0.1019	0.1020	0.1020

RENDIMIENTO DEL CONCRETO = 0.102 m³/bolsa.

Tabla 18. Resultados rendimiento del concreto con arena fluvial

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	RENDIMIENTO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso del cemento en diseño de mezcla (kg.)	537.93	537.93	537.93
Peso de la arena en diseño de mezcla (kg.)	1098.81	1098.81	1098.81
Peso del agua en diseño de mezcla (kg.)	312.00	312.00	312.00
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2081	2076	2083
Volumen del mortero (m ³)	0.9363	0.9387	0.9355
RENDIMIENTO (m³/bolsa)	0.0740	0.0742	0.0739
RENDIMIENTO DEL CONCRETO = 0.074 m³/bolsa.			

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	RENDIMIENTO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso del cemento en diseño de mezcla (kg.)	495.24	495.24	495.24
Peso de la arena en diseño de mezcla (kg.)	1137.96	1137.96	1137.96
Peso del agua en diseño de mezcla (kg.)	312.00	312.00	312.00
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2068	2070	2069
Volumen del mortero (m ³)	0.9406	0.9397	0.9402
RENDIMIENTO (m³/bolsa)	0.0807	0.0806	0.0807
RENDIMIENTO DEL CONCRETO = 0.0807 m³/bolsa.			


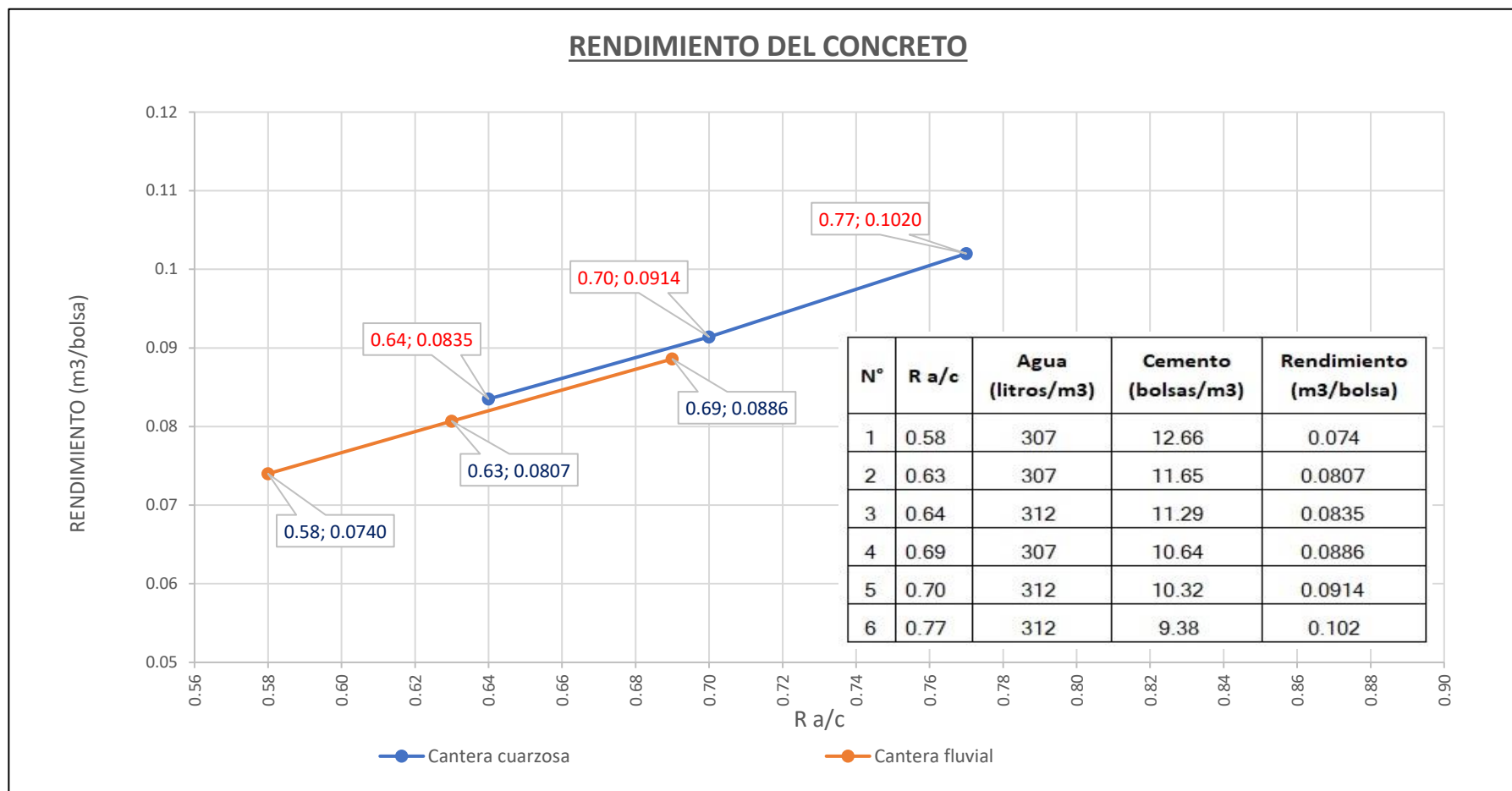
	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	RENDIMIENTO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso del cemento en diseño de mezcla (kg.)	452.17	452.17	452.17
Peso de la arena en diseño de mezcla (kg.)	1174.50	1174.50	1174.50
Peso del agua en diseño de mezcla (kg.)	312.00	312.00	312.00
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2057	2056	2057
Volumen del mortero (m ³)	0.9425	0.9429	0.9425
RENDIMIENTO (m³/bolsa)	0.0886	0.0886	0.0886
RENDIMIENTO DEL CONCRETO = 0.0886 m³/bolsa.			

Gráfico 10. Rendimiento del concreto con arena cuarzosa y fluvial



4.8.2 CONTENIDO DE AIRE.

Contenido de aire método gravimétrico

Este método de ensayo trata sobre la determinación de la densidad del concreto recién mezclado y proporciona fórmulas para el cálculo del rendimiento, el contenido de cemento y el contenido de aire del concreto.

$$CAG\% = \frac{PU}{PUT} * 100$$

Donde:

CAG% = Contenido de aire – gravimétrico (%)

PU = Peso unitario del mortero (kg/m³)

PUT = Peso unitario teórico (kg/m³)

$$PUT = Wc + Wa$$


Donde:

Wc = Peso del cemento en diseño de mezcla (kg/m³)


Wa = Peso de la arena en diseño de mezcla (kg/m³)

Wh_{2o} = Peso del agua en diseño de mezcla (kg/m³)


Tabla 19. Resultados contenidos de aire del concreto con arena cuarzosa – método gravimétrico

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (GRAVIMÉTRIA) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2082.00	2084.00	2085.00
Peso unitario teórico del mortero (kg/m ³)	1964.13	1964.13	1964.13
CONTENIDO DE AIRE (%)	5.66	5.75	5.80

CONTENIDO DE AIRE GRAVIMÉTRICO DEL CONCRETO = 5.74 %.


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (GRAVIMÉTRIA) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2077.00	2078.00	2078.00
Peso unitario teórico del mortero (kg/m ³)	1959.97	1959.97	1959.97
CONTENIDO DE AIRE (%)	5.63	5.68	5.68


CONTENIDO DE AIRE GRAVIMÉTRICO DEL CONCRETO = 5.66 %.

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (GRAVIMÉTRIA) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2045.00	2042.00	2043.00
Peso unitario teórico del mortero (kg/m ³)	1954.42	1954.42	1954.42
CONTENIDO DE AIRE (%)	4.43	4.29	4.34

CONTENIDO DE AIRE GRAVIMÉTRICO DEL CONCRETO = 4.35 %.

Tabla 20. Resultados contenidos de aire del concreto con arena fluvial – método gravimétrico

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (GRAVIMÉTRIA) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2081.33	2076.00	2083.00
Peso unitario teórico del mortero (kg/m ³)	1948.74	1948.74	1948.74
CONTENIDO DE AIRE (%)	6.37	6.13	6.45
CONTENIDO DE AIRE GRAVIMÉTRICO DEL CONCRETO = 6.32 %.			

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (GRAVIMÉTRIA) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2068.00	2070.00	2069.00
Peso unitario teórico del mortero (kg/m ³)	1945.20	1945.20	1945.20
CONTENIDO DE AIRE (%)	5.94	6.03	5.98
CONTENIDO DE AIRE GRAVIMÉTRICO DEL CONCRETO = 5.98 %.			


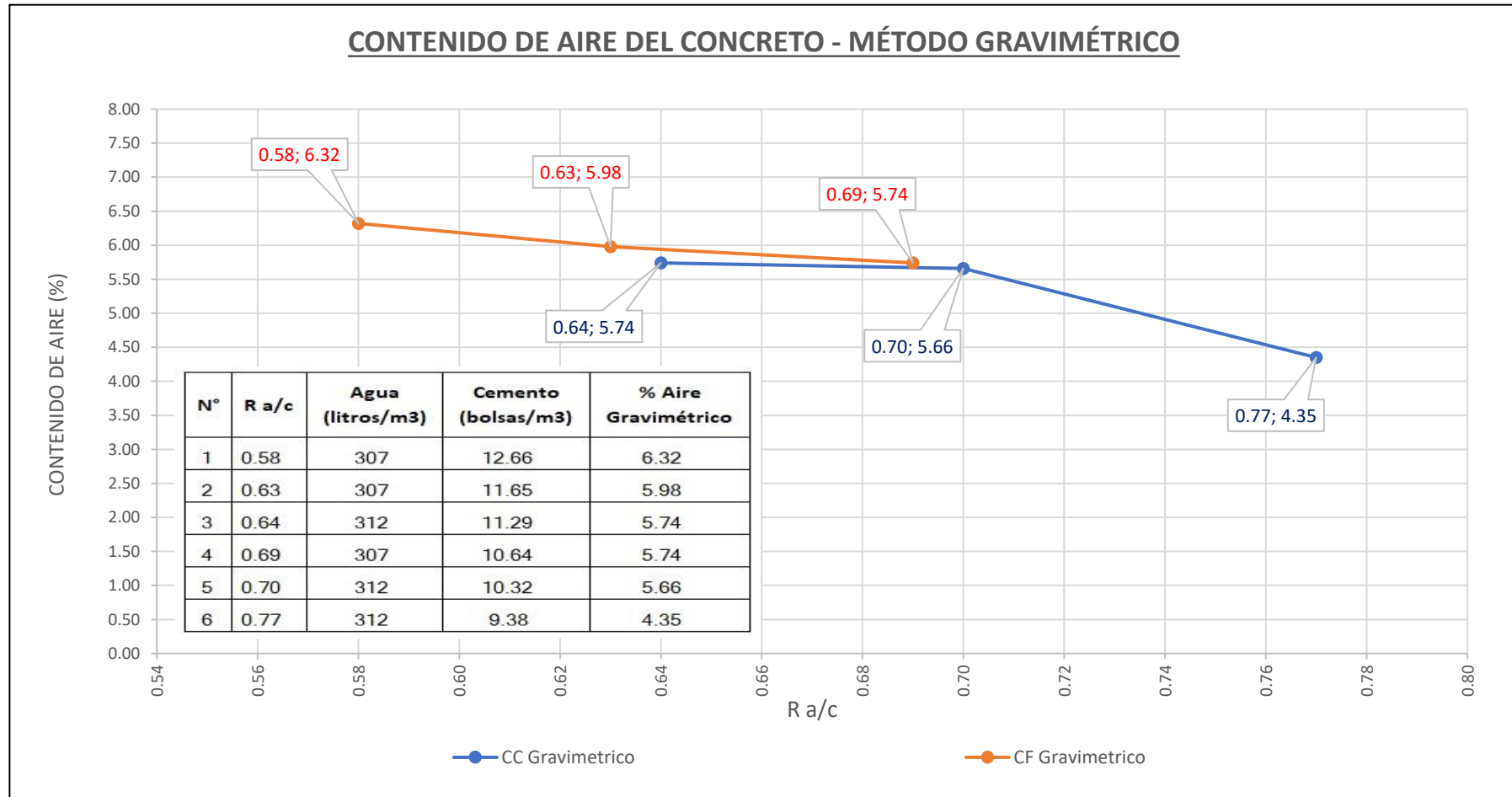
	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (GRAVIMÉTRIA) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Peso unitario del mortero (kg/m ³)	2057.00	2056.00	2057.00
Peso unitario teórico del mortero (kg/m ³)	1938.67	1938.67	1938.67
CONTENIDO DE AIRE (%)	5.75	5.71	5.75
CONTENIDO DE AIRE GRAVIMÉTRICO DEL CONCRETO = 5.74 %.			

Gráfico 11. Contenido de aire del concreto con arena cuarzosa y fluvial – método gravimétrico



Contenido de aire método olla de Washington


Determina el contenido de aire en una mezcla de concreto fresco, observando el cambio de volumen mediante la aplicación de presión. La cantidad de aire atrapada es leída en el manómetro como porcentaje de aire atrapado en el concreto. Este método de prueba se basa en la ley de Boyle y el medidor Press-Aire™ es el clásico Tipo B.


Este método de prueba es adecuado para usarlo en concretos y morteros elaborados con agregados de masa específica igual o mayor a 2,10 kg/m³. Pero no es aplicable para concretos con agregados ligeros que tengan burbujas de aire en el interior o aquellos con alta porosidad. Tampoco debe aplicarse para concretos de bajo revenimiento por ser poco plásticos.

MÉTODO B

Consiste de un recipiente y una cubierta de ensamble. El principio de operación de este medidor está basado en el hecho de igualar un volumen conocido de aire con una presión también conocida, en una cámara de aire cerrada, con un volumen desconocido de aire en la muestra de concreto. La carátula del medidor de presión (manómetro) se calibra en términos de porcentaje de aire para la presión observada, la cual se iguala, que tenga una carátula con marcas que indiquen el porcentaje de aire. **(16)**

Tabla 21. Resultados contenidos de aire del concreto con arena cuarzosa – olla Washington

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINTONG) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Contenido de aire en %	4.50	4.90	4.75
CONTENIDO DE AIRE EN % PROMEDIO	4.72		
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO (MÉTODO WASHINTONG) = 4.72 %			

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINTONG) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Contenido de aire en %	4.40	4.80	4.70
CONTENIDO DE AIRE EN % PROMEDIO	4.63		
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO (MÉTODO WASHINTONG) = 4.63 %			




	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINTONG) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Contenido de aire en %	5.20	5.00	5.15
CONTENIDO DE AIRE EN % PROMEDIO	5.12		
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO (MÉTODO WASHINTONG) = 5.12 %			

Tabla 22. Resultados contenidos de aire del concreto con arena fluvial – olla Washington

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINTONG) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Contenido de aire en %	4.20	4.45	4.40
CONTENIDO DE AIRE EN % PROMEDIO	4.35		
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO (MÉTODO WASHINTONG) = 4.35 %			

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINTONG) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Contenido de aire en %	4.50	4.20	4.40
CONTENIDO DE AIRE EN % PROMEDIO	4.37		
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO (MÉTODO WASHINTONG) = 4.37 %			


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	CONTENIDO DE AIRE (OLLA WASHINTONG) DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Contenido de aire en %	5.00	5.30	5.20
CONTENIDO DE AIRE EN % PROMEDIO	5.17		
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO (MÉTODO WASHINTONG) = 5.17 %			

Gráfico 12. Contenido de aire del concreto con arena cuarzosa y fluvial – olla Washington

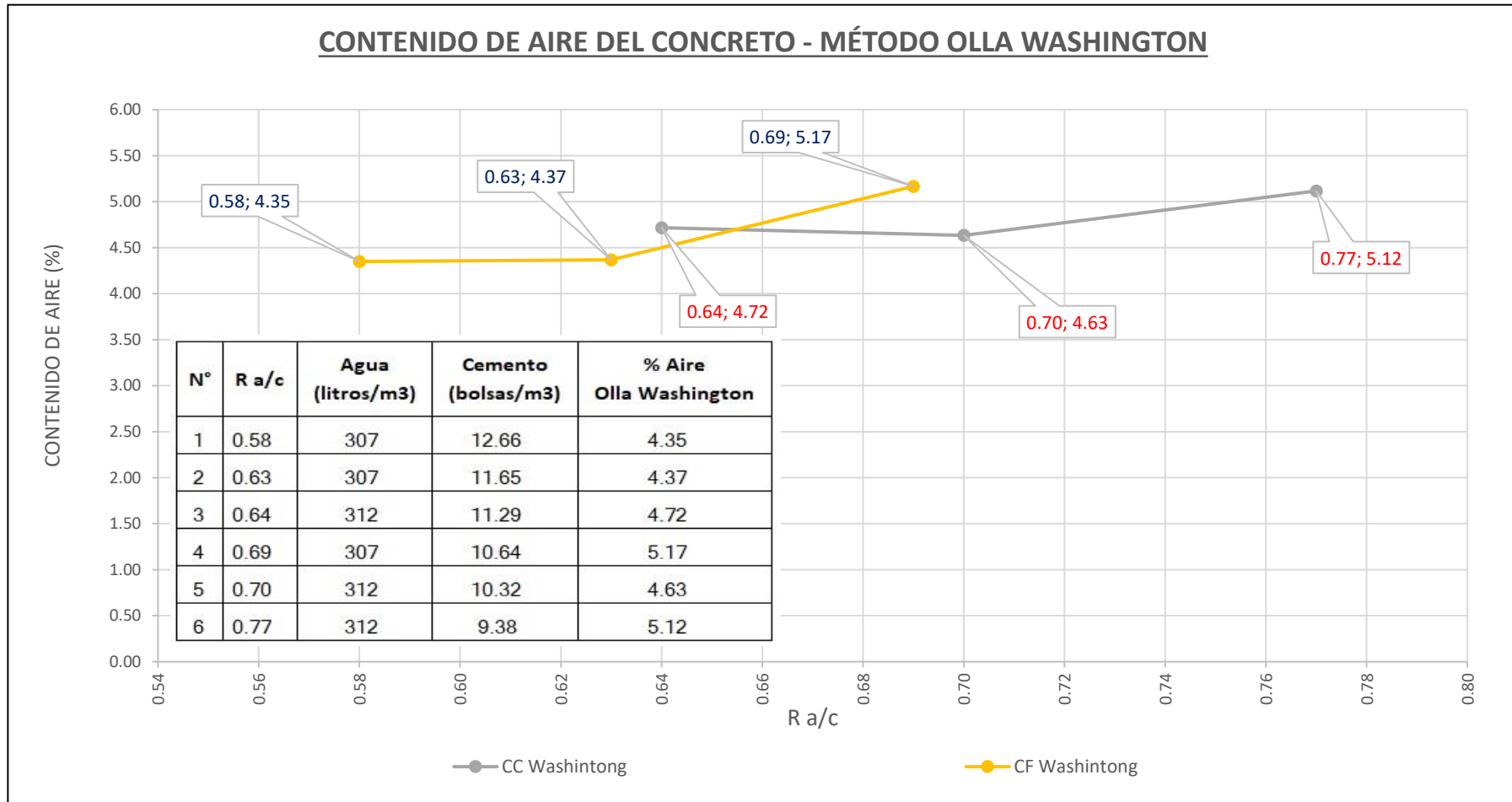
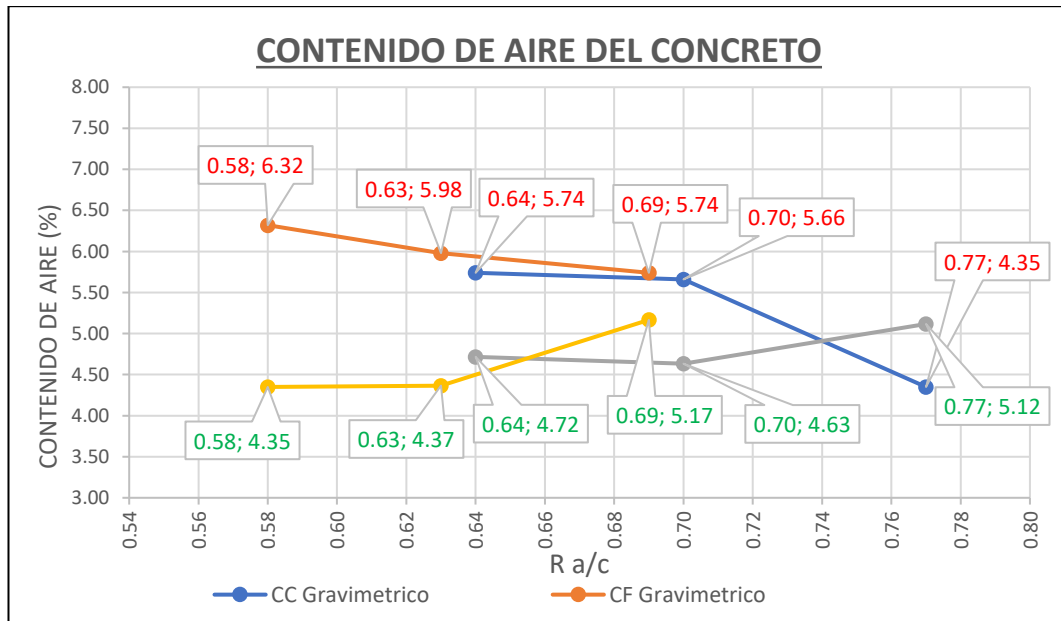


Gráfico 13. Contenido de aire del concreto con el método gravimétrico y olla de Washington de la arena cuarzosa y fluvial




4.8.4 ASENTAMIENTO O CONSISTENCIA.


Se define al asentamiento como a la facilidad con la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclada para formar el concreto; y luego éste puede ser, para condiciones dadas de obra, manipulado, transportado y colocado con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad. **(2)**

Usualmente la consistencia de una mezcla se verifica con el equipo del cono de Abrahams y define el grado de asentamiento de la misma. Corresponden a menos asentamientos a las mezclas más secas y los mayores a las consistencias fluidas.


Tabla 23. Resultados asentamiento del concreto con arena cuarzosa

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Asentamiento o slump (pulg.)	4 3/4	5	5
ASENTAMIENTO O SLUMP PROMEDIO (pulg)	4.92		

ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO = 4.92 pulg.


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Asentamiento o slump (pulg.)	4 3/4	5 1/4	5
ASENTAMIENTO O SLUMP PROMEDIO (pulg)	5.00		

ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO = 5 pulg.

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Asentamiento o slump (pulg.)	4 1/4	4 3/4	4 1/2
ASENTAMIENTO O SLUMP PROMEDIO (pulg)	4.50		

ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO = 4.5 pulg.


Tabla 24. Resultados asentamiento del concreto con arena fluvial

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Asentamiento o slump (pulg.)	4	4 1/4	4 1/4
ASENTAMIENTO O SLUMP PROMEDIO (pulg)	4.17		

ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO = 4.17 pulg.

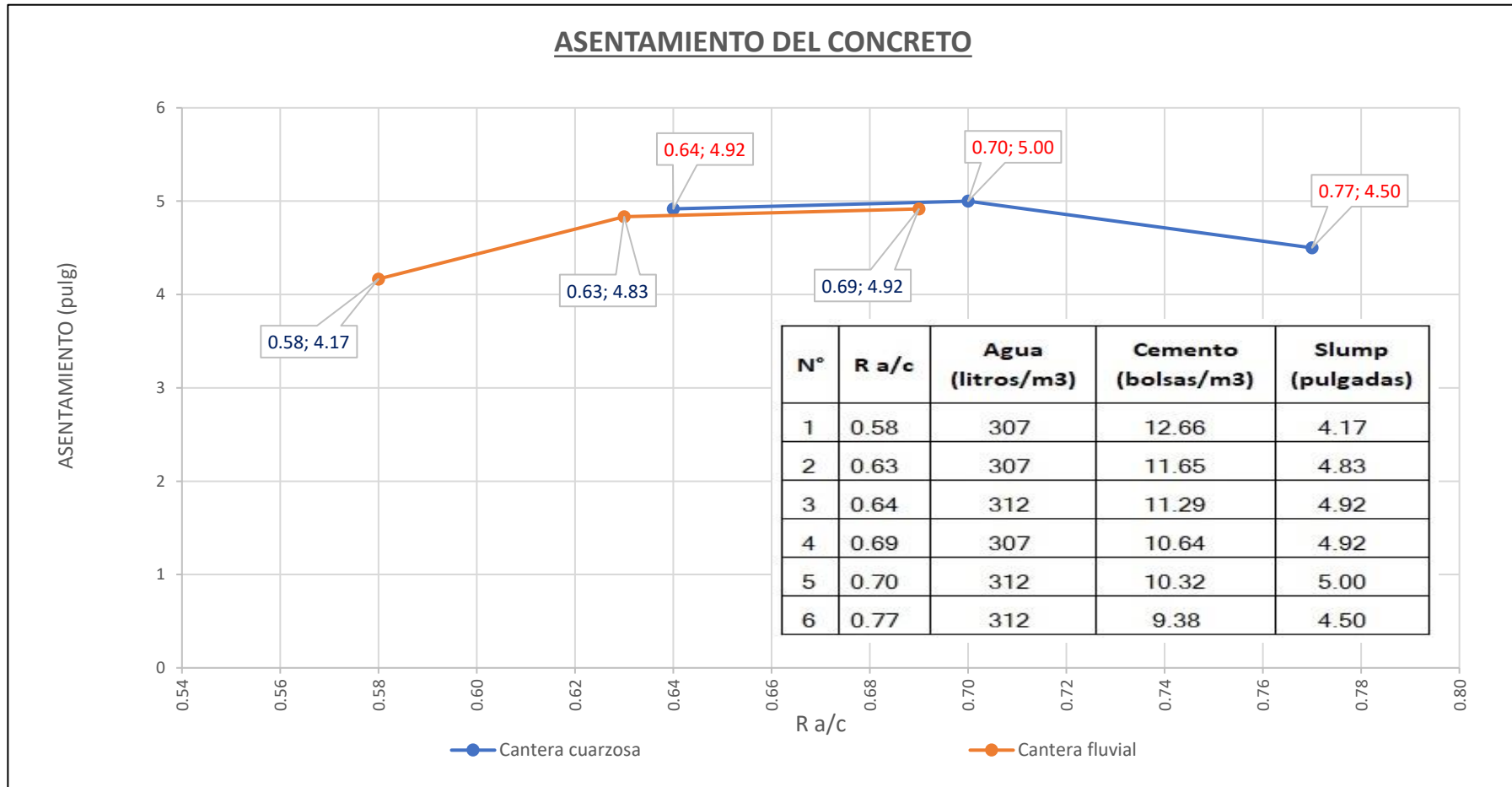
	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Asentamiento o slump (pulg.)	4 3/4	4 3/4	5
ASENTAMIENTO O SLUMP PROMEDIO (pulg)	4.83		

ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO = 4.83 pulg.

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Asentamiento o slump (pulg.)	4 3/4	5	5
ASENTAMIENTO O SLUMP PROMEDIO (pulg)	4.92		

ASENTAMIENTO O SLUMP DEL CONCRETO = 4.92 pulg.

Gráfico 14. Asentamiento del concreto con arena cuarzosa y fluvial



4.8.5 EXUDACIÓN.

La exudación del concreto fresco es un fenómeno que se produce por el ascenso del agua del amasado de una mezcla de concreto durante el tiempo que dura su fraguado.

La exudación es una forma de segregación de los componentes de una mezcla de concreto fresco en la que el agua tiende a elevarse hacia la superficie como consecuencia de la incapacidad de los áridos de arrastrarla con ellos al irse compactando. El agua que va llegando a la superficie generalmente se va evaporando de una forma lenta, pero si la evaporación es más rápida que la velocidad de su migración del interior hacia la superficie se crearan fisuras de retracción plástica por ahogamiento.

La pérdida de agua por exudación tiene una parte positiva que es la reducción de la relación agua/cemento del concreto con repercusión favorable sobre la resistencia.

Cuanto más fino es el cemento menor es la exudación que se produce. El concreto con alto contenido de cemento presenta menor exudación. (17)

$$C = \frac{w}{W} * S$$

$$Exudación \% = \frac{D}{C} * 100$$

Donde:

C = Masa del agua en la muestra de ensayo (lts.)


w = Agua efectiva (lts.)

W = Masa total de la tanda (kg)

S = Masa de la muestra (kg)

D = Volumen final exudado (lts)

Tabla 25. Resultados exudación del concreto con arena cuarzosa

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		EXUDACIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN		M1		
Peso del recipiente		15.643		
Peso del recipiente + peso del mortero		39.222		
Peso del mortero		23.579		
Radio del recipiente		13.450		
Tiempo horas	Intervalo (min)	Volumen Inicial (ml)	Volumen acum. (ml)	V (ml/cm²)
17:10	inicio	0.00	0.00	0.0000
17:20	00:10	9.53	9.53	0.0168
17:30	00:10	14.74	24.27	0.0427
17:40	00:10	10.04	34.31	0.0604
17:50	00:10	9.82	44.13	0.0776
18:20	00:30	3.42	47.55	0.0837
18:50	00:30	0.00	47.55	0.0837
V1	47.55	VI = Volumen de agua total exudada en ml A= Área expuesta del concreto en cm ² V= Volumen de agua de exudacion. w = Peso neto de agua en la mezcla en kg. W = Peso total de agua en la mezcla en kg. S = Peso de la muestra en kg. C = masa del agua en el recipiente de ensayo en kg D = Masa del agua total exudada en kg.		
A	568.32			
V	0.0837			
w	3.27			
W	28.92			
S	23.58			
C	2666.20			
D	47.55			
% Exudación		1.78		
EXUDACIÓN DEL CONCRETO = 1.78 %				



EXUDACIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - CANTERA CUARZOSA

DESCRIPCIÓN	M1
Peso del recipiente	15.643
Peso del recipiente + peso del mortero	41.905
Peso del mortero	26.262
Radio del recipiente	13.450

Tiempo horas	Intervalo (min)	Volumen Inicial (ml)	Volumen acum. (ml)	V (ml/cm ²)
16:45	inicio	0.00	0.00	0.0000
16:55	00:10	7.20	7.20	0.0127
17:05	00:10	15.14	22.34	0.0393
17:15	00:10	19.87	42.21	0.0743
17:25	00:10	26.72	68.93	0.1213
17:55	00:30	10.68	79.61	0.1401
18:25	00:30	0.00	79.61	0.1401

VI	79.61
A	568.32
V	0.1401
w	3.58
W	28.82
S	26.26
C	3262.00
D	79.61

VI = Volumen de agua total exudada en ml
 A= Área expuesta del concreto en cm²
 V= Volumen de agua de exudacion.
 w = Peso neto de agua en la mezcla en kg.
 W = Peso total de agua en la mezcla en kg.
 S = Peso de la muestra en kg.
 C = masa del agua en el recipiente de ensayo en kg
 D = Masa del agua total exudada en kg.

% Exudación	2.44
--------------------	-------------

EXUDACIÓN DEL CONCRETO = 2.44 %



EXUDACIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - CANTERA CUARZOSA

DESCRIPCIÓN	M1
Peso del recipiente	15.643
Peso del recipiente + peso del mortero	40.123
Peso del mortero	24.48
Radio del recipiente	13.45

Tiempo horas	Intervalo (min)	Volumen Inicial (ml)	Volumen acum. (ml)	V (ml/cm ²)
17:30	inicio	0.00	0.00	0.0000
17:40	00:10	3.14	3.14	0.0055
17:50	00:10	10.25	13.39	0.0236
18:00	00:10	21.35	34.74	0.0611
18:10	00:10	53.44	88.18	0.1552
18:40	00:30	119.77	207.95	0.3659
19:10	00:30	15.71	223.66	0.3935
20:40	01:30	0.00	223.66	0.3935


VI	207.95
A	568.32
V	0.3659
w	3.55
W	28.74
S	24.48
C	3023.80
D	207.95

VI = Volumen de agua total exudada en ml
 A= Área expuesta del concreto en cm²
 V= Volumen de agua de exudacion.
 w = Peso neto de agua en la mezcla en kg.
 W = Peso total de agua en la mezcla en kg.
 S = Peso de la muestra en kg.
 C = masa del agua en el recipiente de ensayo en kg
 D = Masa del agua total exudada en kg.

% Exudación	6.88
--------------------	-------------

EXUDACIÓN DEL CONCRETO = 6.88 %

Tabla 26. Resultados exudación del concreto con arena fluvial

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		EXUDACIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN		M1		
Peso del recipiente		15.643		
Peso del recipiente + peso del mortero		43.353		
Peso del mortero		27.710		
Radio del recipiente		13.450		
Tiempo horas	Intervalo (min)	Volumen Inicial (ml)	Volumen acum. (ml)	V (ml/cm²)
17:10	inicio	0.00	0.00	0.0000
17:20	00:10	0.00	0.00	0.0000
17:30	00:10	0.00	0.00	0.0000
17:40	00:10	1.80	1.80	0.0032
17:50	00:10	3.47	5.27	0.0093
18:20	00:30	6.74	12.01	0.0211
18:50	00:30	0.00	12.01	0.0211
VI	12.01	VI = Volumen de agua total exudada en ml A= Área expuesta del concreto en cm ² V= Volumen de agua de exudacion. w = Peso neto de agua en la mezcla en kg. W = Peso total de agua en la mezcla en kg. S = Peso de la muestra en kg. C = masa del agua en el recipiente de ensayo en kg D = Masa del agua total exudada en kg.		
A	568.32			
V	0.021			
w	4.60			
W	28.88			
S	27.71			
C	4413.64			
D	12.01			
% Exudación		0.27		
EXUDACIÓN DEL CONCRETO = 0.27 %				



EXUDACIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - CANTERA FLUVIAL

DESCRIPCIÓN	M1
Peso del recipiente	15.643
Peso del recipiente + peso del mortero	42.387
Peso del mortero	26.744
Radio del recipiente	13.450

Tiempo horas	Intervalo (min)	Volumen Inicial (ml)	Volumen acum. (ml)	V (ml/cm ²)
17:10	inicio	0.00	0.00	0.0000
17:20	00:10	3.00	3.00	0.0053
17:30	00:10	4.23	7.23	0.0127
17:40	00:10	16.20	23.43	0.0412
17:50	00:10	4.53	27.96	0.0492
18:20	00:30	0.00	27.96	0.0492
18:50	00:30	0.00	27.96	0.0492

VI	27.96
A	568.32
V	0.0492
w	4.56
W	28.83
S	26.74
C	4229.43
D	27.96

VI = Volumen de agua total exudada en ml

A= Área expuesta del concreto en cm²

V= Volumen de agua de exudacion.

w = Peso neto de agua en la mezcla en kg.

W = Peso total de agua en la mezcla en kg.

S = Peso de la muestra en kg.

C = masa del agua en el recipiente de ensayo en kg

D = Masa del agua total exudada en kg.

% Exudación	0.66
--------------------	-------------

EXUDACIÓN DEL CONCRETO = 0.66 %



EXUDACIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - CANTERA FLUVIAL

DESCRIPCIÓN	M1
Peso del recipiente	15.643
Peso del recipiente + peso del mortero	42.362
Peso del mortero	26.719
Radio del recipiente	13.450

Tiempo horas	Intervalo (min)	Volumen Inicial (ml)	Volumen acum. (ml)	V (ml/cm ²)
17:10	inicio	0.00	0.00	0.0000
17:20	00:10	6.51	6.51	0.0115
17:30	00:10	16.61	23.12	0.0407
17:40	00:10	11.93	35.05	0.0617
17:50	00:10	24.20	59.25	0.1043
18:20	00:30	38.07	97.32	0.1712
18:50	00:30	5.92	103.24	0.1817
19:20	00:30	0.00	103.24	0.1817

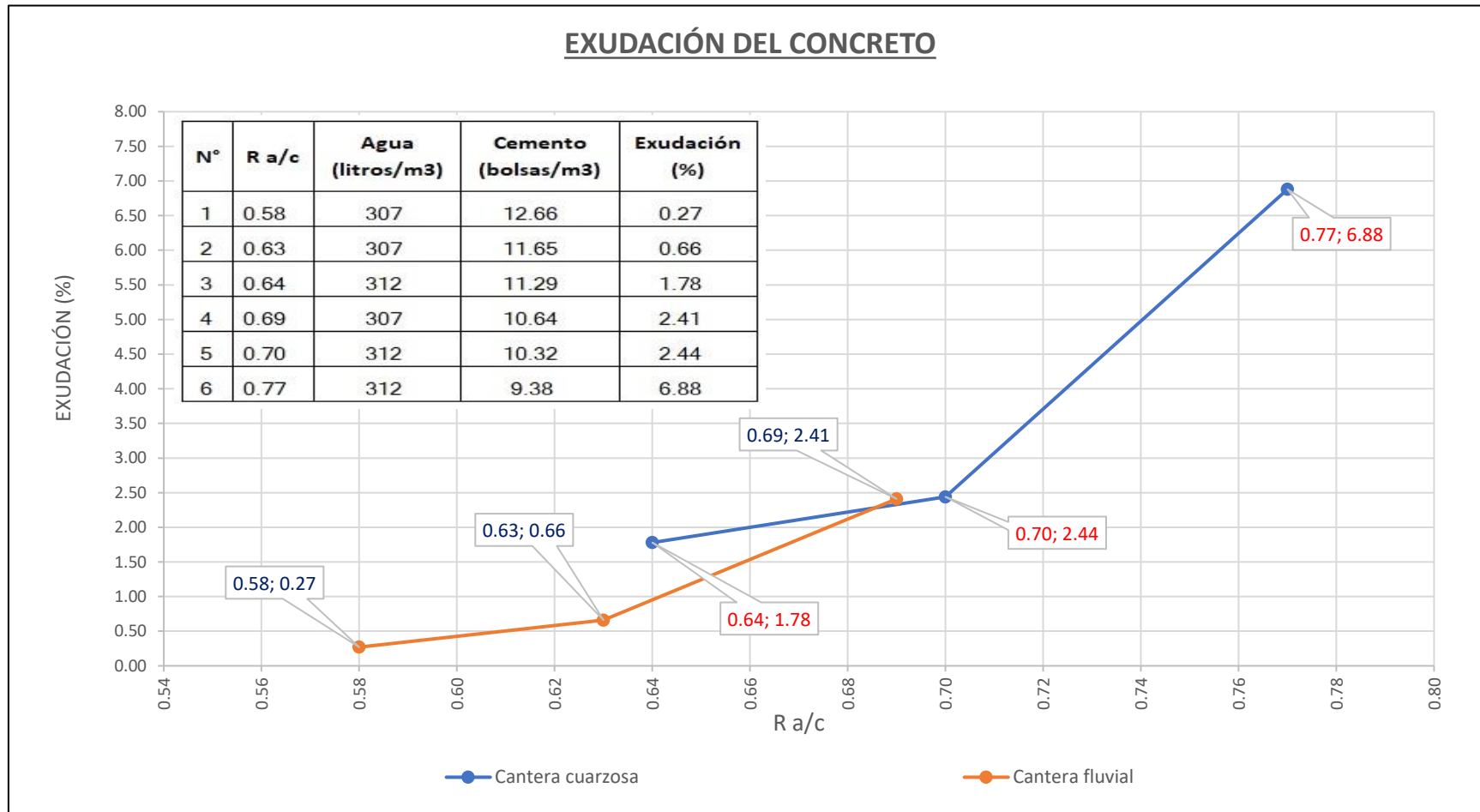
VI	103.24
A	568.32
V	0.1712
w	4.61
W	28.75
S	26.72
C	4284.49
D	103.24

VI = Volumen de agua total exudada en ml
 A= Área expuesta del concreto en cm²
 V= Volumen de agua de exudacion.
 w = Peso neto de agua en la mezcla en kg.
 W = Peso total de agua en la mezcla en kg.
 S = Peso de la muestra en kg.
 C = masa del agua en el recipiente de ensayo en kg
 D = Masa del agua total exudada en kg.

% Exudación	2.41
--------------------	-------------

EXUDACIÓN DEL CONCRETO = 2.41 %

Gráfico 15. Exudación del concreto con arena cuarzosa y fluvial





4.8.6 TEMPERATURA.

Cuando la temperatura ambiental aumenta, y en especial cuando se ve afectado por fenómenos naturales, ocasiona un aumento excepcional de la temperatura del concreto fresco y ello obliga a tomar ciertas precauciones en el desarrollo del diseño de mezcla y los procesos constructivos en obra.

- El reglamento nacional recomienda y especifica una temperatura máxima de 32°C en el concreto con la intención de no perder la trabajabilidad ni una reducción en el tiempo de fragua, parámetros importantes.
- Documento oficial del ministerio de transporte y comunicaciones. En el capítulo 13 señala que en ambientes en donde la temperatura exceda los 30°C, se deberá contemplar el empleo de aditivos retardadores de fragua.
- El código ACI 318-14 (última versión), precisa que la temperatura del concreto en estado fresco puede establecerse como máximo en 35°C.
- La naticional ready mixed concrete association – NRMCA, señala “el comprador puede descartar los limites sobre la temperatura máxima del concreto si la consistencia del concreto es adecuada para el vaciado...”.

Tabla 27. Resultados temperatura del concreto con arena cuarzosa

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TEMPERATURA DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Temperatura del mortero (°C)	32.50	32.60	33.40
TEMPERATURA DEL MORTERO PROMEDIO (°C)	32.83		
TEMPERATURA DEL CONCRETO = 32.83 °C			

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TEMPERATURA DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Temperatura del mortero (°C)	33.50	34.60	33.80
TEMPERATURA DEL MORTERO PROMEDIO (°C)	33.97		
TEMPERATURA DEL CONCRETO = 33.97 °C			




	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TEMPERATURA DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - CANTERA CUARZOSA		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Temperatura del mortero (°C)	32.50	33.70	33.50
TEMPERATURA DEL MORTERO PROMEDIO (°C)	33.23		
TEMPERATURA DEL CONCRETO = 33.23 °C			

Tabla 28. Resultados temperatura del concreto con arena fluvial

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TEMPERATURA DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Temperatura del mortero (°C)	30.80	32.40	33.00
TEMPERATURA DEL MORTERO PROMEDIO (°C)	32.07		
TEMPERATURA DEL CONCRETO = 32.07 °C			

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TEMPERATURA DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Temperatura del mortero (°C)	34.90	33.30	32.20
TEMPERATURA DEL MORTERO PROMEDIO (°C)	33.47		
TEMPERATURA DEL CONCRETO = 33.47 °C			


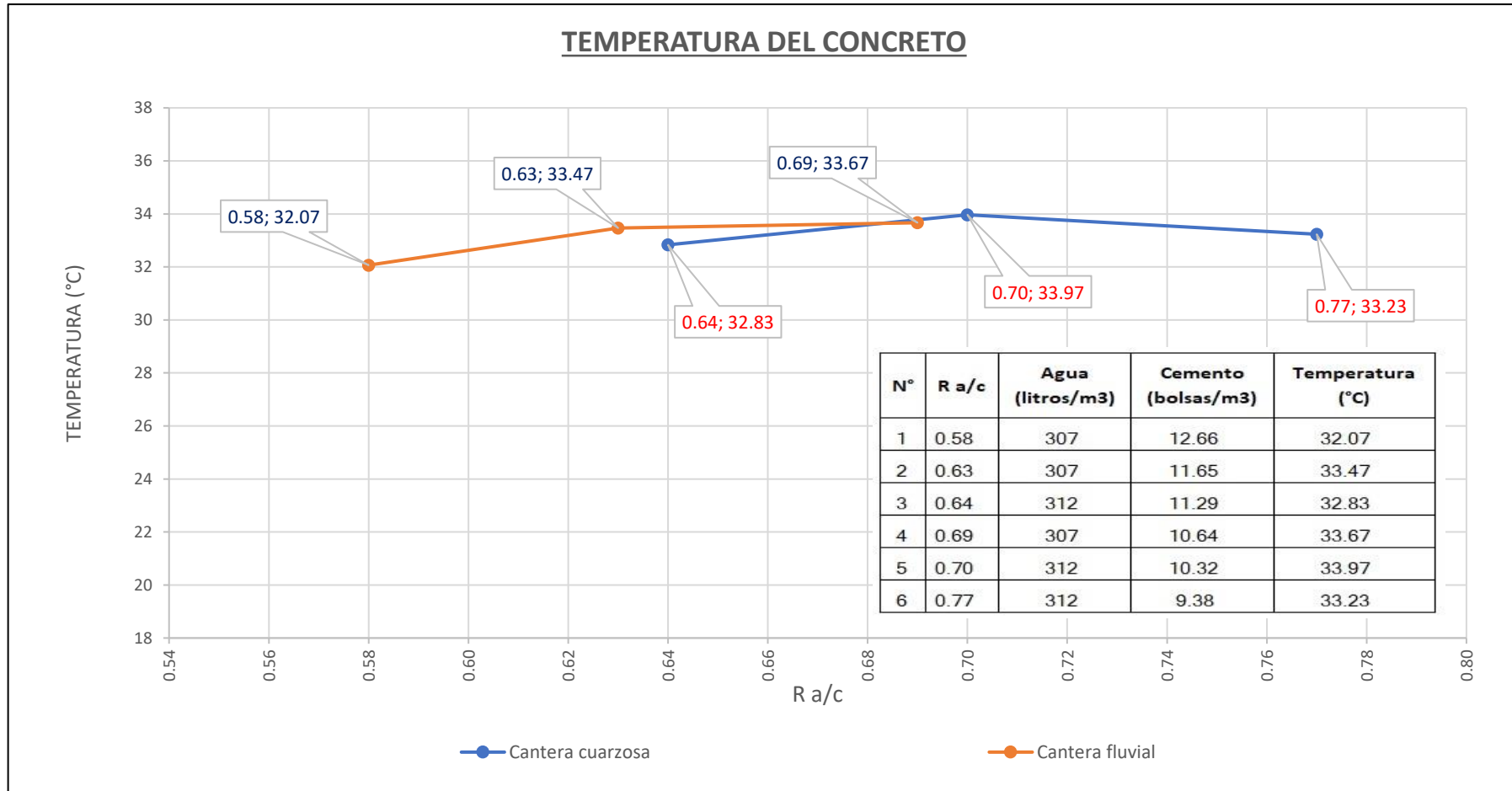
	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TEMPERATURA DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - CANTERA FLUVIAL		
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
Temperatura del mortero (°C)	33.80	34.20	33.00
TEMPERATURA DEL MORTERO PROMEDIO (°C)	33.67		
TEMPERATURA DEL CONCRETO = 33.67 °C			

Gráfico 16. Temperatura del concreto con arena cuarzosa y fluvial



4.9 PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO

4.9.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras.


La resistencia a la compresión se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos a la compresión, en tanto la resistencia se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades SI. Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de cilindros moldeados se pueden utilizar para fines de control de calidad.

Los cilindros para pruebas de aceptación deben tener un tamaño de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) o 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm) cuando así se especifique. Las probetas más pequeñas tienden a ser más fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio. El diámetro del cilindro utilizado debe ser mínimo tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto. **(18)**


A nivel experiencial los porcentajes de resistencia del concreto este dado de la siguiente manera:

DESCRIPCIÓN	VALORES				
Edad (días)	3	7	14	21	28
Resistencia (%)	60	75	82	91	100


Tabla 29. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena uarzosa – R a/c = 0,64 – probetas de 4” de diámetro

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 3 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.05	10.08	10.07	159.64	204
2	9.90	9.93	9.92	153.95	203
3	10.16	10.18	10.17	159.15	200
4	10.16	10.20	10.18	161.04	202
5	10.13	10.13	10.13	160.42	203
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					202

Varianza	2.30
Des. estandar	1.52
Coef. Variación	0.75

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.04	10.06	10.05	180.90	233
2	10.15	10.21	10.18	186.60	234
3	10.17	10.2	10.19	183.83	230
4	10.1	10.19	10.15	184.23	232
5	9.85	9.96	9.91	176.75	234
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					233

Varianza	2.80
Des. estandar	1.67
Coef. Variación	0.72

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 14 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.10	10.19	10.15	205.76	259
2	10.18	10.14	10.16	200.55	252
3	10.14	10.16	10.15	205.55	259
4	10.17	10.16	10.17	205.44	258
5	10.17	10.17	10.17	206.78	260
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					258

Varianza	10.30
Des. estandar	3.21
Coef. Variación	1.25



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 21 DÍAS - CANTERA
CUARZOSA**

Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.09	10.06	10.08	212.97	272
2	10.19	10.14	10.17	215.27	270
3	10.24	10.20	10.22	219.75	273
4	10.17	10.18	10.18	214.59	269
5	10.10	10.16	10.13	214.28	271
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					271

Varianza	2.50
Des. estandar	1.58
Coef. Variación	0.58




UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 28 DÍAS - CANTERA
CUARZOSA**


Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.10	10.04	10.07	220.50	282
2	10.15	10.18	10.17	225.59	283
3	10.15	10.23	10.19	225.67	282
4	10.09	10.24	10.17	224.27	282
5	10.14	10.15	10.15	223.96	282
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					282

Varianza	0.20
Des. estandar	0.45
Coef. Variación	0.16

Tabla 30. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – R a/c = 0,64 – probetas de 6” de diámetro


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.24	15.28	15.26	410.35	229
2	15.29	15.18	15.24	413.82	231
3	15.28	15.26	15.27	414.00	231
4	15.25	15.20	15.23	408.61	229
5	15.28	15.20	15.24	416.56	233
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					231

Varianza	2.80
Des. estandar	1.67
Coef. Variación	0.72


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.13	15.18	15.16	484.65	274
2	15.14	15.17	15.16	481.72	272
3	15.17	15.15	15.16	480.69	272
4	15.24	15.19	15.22	486.40	273
5	15.29	15.26	15.28	487.40	271
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					272

Varianza	1.30
Des. estandar	1.14
Coef. Variación	0.42


Tabla 31. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – $R_{a/c} = 0,70$ – probetas de 4” de diámetro

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 3 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.14	10.16	10.15	125.36	158
2	10.19	10.16	10.18	127.12	159
3	10.12	10.14	10.13	125.38	159
4	10.08	10.04	10.06	124.22	159
5	10.20	10.18	10.19	127.63	160
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					159


Varianza	0.50
Des. estandar	0.71
Coef. Variación	0.45

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.19	10.18	10.19	157.90	197
2	10.15	10.20	10.18	160.99	202
3	10.18	10.18	10.18	155.34	195
4	10.13	10.13	10.13	155.35	197
5	10.11	10.20	10.16	157.43	198
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					198


Varianza	6.70
Des. estandar	2.59
Coef. Variación	1.31

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 14 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.04	10.14	10.09	166.04	212
2	9.91	9.99	9.95	160.27	210
3	9.91	9.92	9.92	159.32	210
4	10.05	10.10	10.08	166.37	213
5	10.14	10.18	10.16	166.86	210
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					211

Varianza	2.00
Des. estandar	1.41
Coef. Variación	0.67


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 21 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.20	10.20	10.20	183.28	229
2	10.20	10.14	10.17	185.53	233
3	10.13	10.15	10.14	183.02	231
4	10.22	10.14	10.18	183.07	229
5	10.19	10.16	10.18	185.32	232
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					231

Varianza	3.20
Des. estandar	1.79
Coef. Variación	0.78


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.02	10.12	10.07	193.83	248
2	10.16	10.11	10.14	194.82	246
3	10.06	10.08	10.07	194.28	249
4	10.15	10.14	10.15	197.52	249
5	10.06	10.10	10.08	192.64	246
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					248

Varianza	2.30
Des. estandar	1.52
Coef. Variación	0.61

Tabla 32. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – R a/c = 0,70 – probetas de 6” de diámetro


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.09	15.18	15.14	335.65	190
2	15.16	15.14	15.15	334.53	189
3	15.39	15.22	15.31	343.23	190
4	15.10	15.09	15.10	333.86	190
5	15.22	15.26	15.24	340.25	190
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					190

Varianza	0.20
Des. estandar	0.45
Coef. Variación	0.24


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.49	15.08	15.29	424.29	236
2	15.14	15.09	15.12	428.38	243
3	15.18	15.14	15.16	425.63	240
4	15.12	15.10	15.11	425.64	242
5	15.24	15.36	15.30	428.48	238
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					240

Varianza	8.20
Des. estandar	2.86
Coef. Variación	1.19


Tabla 33. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – $R_{a/c} = 0,77$ – probetas de 4" de diámetro

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 3 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.10	10.10	10.10	87.45	111
2	10.15	10.20	10.18	84.62	106
3	10.08	10.00	10.04	84.25	109
4	9.95	9.90	9.93	83.88	110
5	10.10	10.00	10.05	82.94	107
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					109

Varianza	4.30
Des. estandar	2.07
Coef. Variación	1.91

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETORELACIÓN A/C = 0.77 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.13	10.20	10.17	116.71	147
2	10.16	10.22	10.19	124.04	155
3	10.24	10.21	10.23	119.28	148
4	10.14	10.18	10.16	117.43	148
5	10.17	10.18	10.18	125.08	157
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					151

Varianza	21.50
Des. estandar	4.64
Coef. Variación	3.07

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 14 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.19	10.28	10.24	136.23	169
2	10.16	10.13	10.15	142.85	180
3	10.10	10.17	10.14	132.84	168
4	10.18	10.16	10.17	140.81	177
5	10.15	10.19	10.17	143.51	180
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					175

Varianza	34.70
Des. estandar	5.89
Coef. Variación	3.37



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 21 DÍAS - CANTERA
CUARZOSA**

Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.15	10.16	10.16	148.51	187
2	10.06	9.89	9.98	142.18	185
3	10.14	10.13	10.14	149.00	188
4	10.16	10.15	10.16	152.91	192
5	10.18	10.15	10.17	144.57	181
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					187

Varianza	16.30
Des. estandar	4.04
Coef. Variación	2.17




UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 28 DÍAS - CANTERA
CUARZOSA**


Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	9.90	9.90	9.90	152.94	203
2	10.18	10.18	10.18	151.89	190
3	10.17	10.15	10.16	154.37	194
4	10.08	10.09	10.09	154.87	198
5	10.20	10.14	10.17	152.74	192
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					195

Varianza	26.80
Des. estandar	5.18
Coef. Variación	2.65

Tabla 34. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa – R a/c = 0,77 – probetas de 6” de diámetro


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.27	15.12	15.20	250.48	141
2	15.20	15.26	15.23	249.79	140
3	15.23	15.20	15.22	256.28	144
4	15.14	15.18	15.16	251.81	142
5	15.26	15.04	15.15	248.40	141
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					142

Varianza	2.30
Des. estandar	1.52
Coef. Variación	1.07


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.10	15.07	15.09	319.49	182
2	15.13	15.18	15.16	324.20	183
3	15.23	15.29	15.26	331.20	185
4	15.28	15.19	15.24	326.91	183
5	15.25	15.27	15.26	322.83	180
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					183

Varianza	3.30
Des. estandar	1.82
Coef. Variación	1.00


Tabla 35. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,58 – probetas de 4” de diámetro

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 3 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.26	10.26	10.26	210.43	260
2	9.93	9.89	9.91	193.85	256
3	10.26	10.23	10.25	209.15	258
4	10.26	10.23	10.25	209.12	258
5	10.16	10.17	10.17	205.64	258
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					258

Varianza	2.00
Des. estandar	1.41
Coef. Variación	0.55

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACION A/C = 0.58 - 7 DIAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.18	10.17	10.18	249.94	313
2	10.24	10.13	10.19	248.60	311
3	10.08	10.08	10.08	244.73	313
4	10.19	10.14	10.17	248.18	312
5	10.07	10.04	10.06	242.11	311
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					312

Varianza	1.00
Des. estandar	1.00
Coef. Variación	0.32

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 14 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.19	10.18	10.19	270.47	338
2	10.05	10.09	10.07	263.63	338
3	10.09	10.12	10.11	265.66	337
4	10.00	9.94	9.97	258.49	338
5	10.15	10.15	10.15	267.66	337
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					338

Varianza	0.30
Des. estandar	0.55
Coef. Variación	0.16



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 21 DÍAS - CANTERA FLUVIAL

Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.17	10.14	10.16	284.67	358
2	9.97	9.93	9.95	271.03	355
3	10.15	10.22	10.19	284.01	355
4	10.17	10.17	10.17	284.97	358
5	10.08	10.06	10.07	276.51	354
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					356

Varianza	3.50
Des. estandar	1.87
Coef. Variación	0.53




UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL


Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.10	10.06	10.08	291.26	372
2	10.19	10.20	10.20	301.50	376
3	10.07	10.08	10.08	296.52	379
4	10.21	10.25	10.23	303.47	376
5	10.17	10.16	10.17	298.57	375
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					376

Varianza	6.30
Des. estandar	2.51
Coef. Variación	0.67

Tabla 36. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,58 – probetas de 6” de diámetro


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.30	15.29	15.30	550.04	305
2	15.27	15.31	15.29	552.15	307
3	15.27	15.20	15.24	544.07	304
4	15.25	15.29	15.27	546.84	304
5	15.29	15.29	15.29	544.42	302
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					304

Varianza	3.30
Des. estandar	1.82
Coef. Variación	0.60


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.20	15.26	15.23	650.75	364
2	15.19	15.12	15.16	650.22	367
3	15.22	15.11	15.17	649.07	366
4	15.18	15.12	15.15	649.11	367
5	15.15	15.17	15.16	649.64	367
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					366

Varianza	1.70
Des. estandar	1.30
Coef. Variación	0.35


Tabla 37. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,63 – probetas de 4” de diámetro

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 3 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.14	10.22	10.18	173.94	218
2	10.24	10.22	10.23	175.66	218
3	10.19	10.11	10.15	171.02	216
4	10.18	10.14	10.16	176.66	222
5	10.14	10.16	10.15	173.60	219
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					219

Varianza	4.80
Des. estandar	2.19
Coef. Variación	1.00

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.20	10.10	10.15	204.47	258
2	10.15	10.15	10.15	209.82	264
3	10.10	10.15	10.13	211.63	268
4	9.95	9.95	9.95	205.53	270
5	10.15	10.15	10.15	204.83	258
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					264

Varianza	30.80
Des. estandar	5.55
Coef. Variación	2.11

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 14 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.15	10.10	10.13	230.21	291
2	10.15	10.15	10.15	231.34	292
3	10.14	10.22	10.18	232.23	291
4	10.16	10.16	10.16	234.21	295
5	10.20	10.17	10.19	234.14	293
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					292

Varianza	2.80
Des. estandar	1.67
Coef. Variación	0.57



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 21 DÍAS - CANTERA FLUVIAL

Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.10	10.14	10.12	242.67	308
2	10.20	10.14	10.17	248.39	312
3	10.20	10.16	10.18	248.18	311
4	10.19	10.22	10.21	246.64	307
5	10.16	10.17	10.17	246.84	310
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					310

Varianza	4.30
Des. estandar	2.07
Coef. Variación	0.67




UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL


Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.15	10.30	10.23	259.94	322
2	10.10	10.19	10.15	254.54	321
3	10.10	10.09	10.10	254.28	324
4	10.16	10.17	10.17	254.74	320
5	9.87	10.05	9.96	245.92	322
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					322

Varianza	2.20
Des. estandar	1.48
Coef. Variación	0.46

Tabla 38. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,63 – probetas de 6” de diámetro


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.25	15.20	15.23	463.54	259
2	15.30	15.30	15.30	464.13	257
3	15.20	15.25	15.23	463.35	259
4	15.20	15.20	15.20	458.20	257
5	15.10	15.30	15.20	457.74	257
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					258

Varianza	1.20
Des. estandar	1.10
Coef. Variación	0.43


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.31	15.20	15.26	569.99	318
2	15.20	15.20	15.20	557.13	313
3	15.21	15.21	15.21	565.65	317
4	15.18	15.23	15.21	562.40	316
5	15.20	15.19	15.20	568.55	320
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					317

Varianza	6.70
Des. estandar	2.59
Coef. Variación	0.82


Tabla 39. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,69 – probetas de 4” de diámetro

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 3 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.05	10.14	10.10	131.55	167
2	9.91	9.92	9.92	128.18	169
3	10.20	10.16	10.18	134.74	169
4	10.04	10.10	10.07	131.73	169
5	10.13	10.18	10.16	134.51	169
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					169

Varianza	0.80
Des. estandar	0.89
Coef. Variación	0.53

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.10	10.10	10.10	166.78	212
2	10.10	10.10	10.10	165.86	211
3	10.05	10.05	10.05	165.43	213
4	10.05	10.15	10.10	166.84	212
5	10.10	10.15	10.13	168.51	213
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					212

Varianza	0.70
Des. estandar	0.84
Coef. Variación	0.40

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 14 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	10.02	10.07	10.05	183.57	236
2	10.18	10.17	10.18	189.55	237
3	10.14	10.14	10.14	187.29	236
4	10.16	10.17	10.17	188.81	237
5	10.18	10.12	10.15	187.33	236
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					236

Varianza	0.30
Des. estandar	0.55
Coef. Variación	0.23



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 21 DÍAS - CANTERA FLUVIAL

Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.15	10.18	10.17	201.59	253
2	10.06	10.06	10.06	196.32	252
3	10.10	10.04	10.07	195.42	250
4	10.23	10.22	10.23	203.62	253
5	10.06	10.19	10.13	197.23	250
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					252

Varianza	2.30
Des. estandar	1.52
Coef. Variación	0.60




UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL


Especimen	$\phi 1$ (cm)	$\phi 2$ (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm ²)
1	10.14	10.18	10.16	216.54	272
2	10.19	10.16	10.18	216.01	271
3	10.03	9.88	9.96	208.04	272
4	10.11	10.13	10.12	213.61	271
5	10.10	10.18	10.14	214.01	270
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					271

Varianza	0.70
Des. estandar	0.84
Coef. Variación	0.31

Tabla 40. Resultados resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – R a/c = 0,69 – probetas de 6” de diámetro

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.15	15.20	15.18	377.97	213
2	15.20	15.30	15.25	378.27	211
3	15.10	15.20	15.15	373.15	211
4	15.15	15.00	15.08	368.26	210
5	15.10	15.15	15.13	373.06	212
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					211

Varianza	1.30
Des. estandar	1.14
Coef. Variación	0.54

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	φ1 (cm)	φ2 (cm)	φ prom. (cm)	P (KN)	F'c (Kg/cm2)
1	15.22	15.32	15.27	474.82	264
2	15.29	15.28	15.29	477.33	265
3	15.13	15.18	15.16	467.82	264
4	15.30	15.25	15.28	478.66	266
5	15.07	15.09	15.08	465.46	266
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO					265

Varianza	1.00
Des. estandar	1.00
Coef. Variación	0.38

Gráfico 17. Resistencia a la compresión del concreto con arena cuarzosa y fluvial - probetas de 4" de diámetro

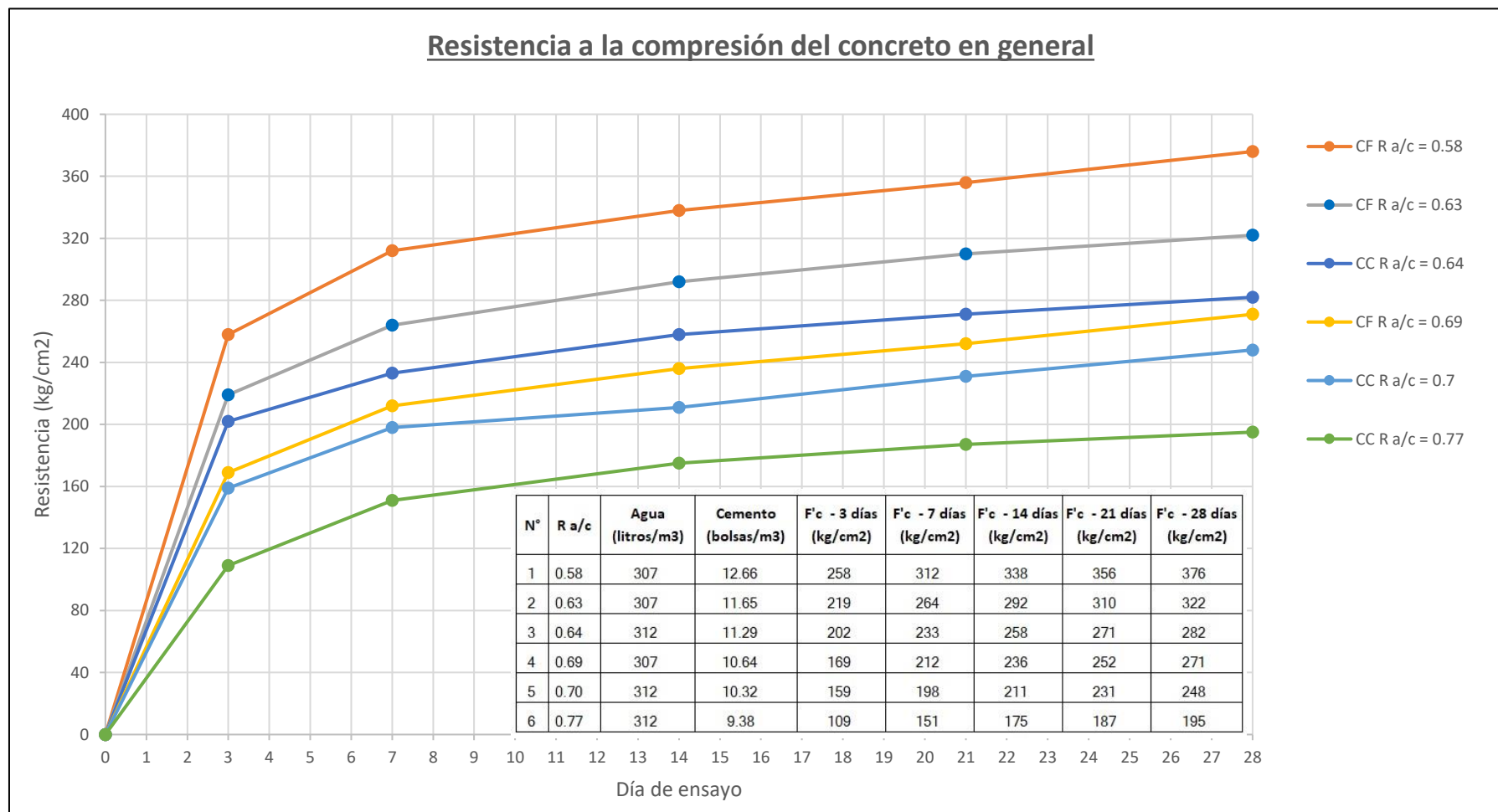


Gráfico 18. Resistencia a la compresión del mortero con arena cuarzosa – con probetas de 4” y 6”

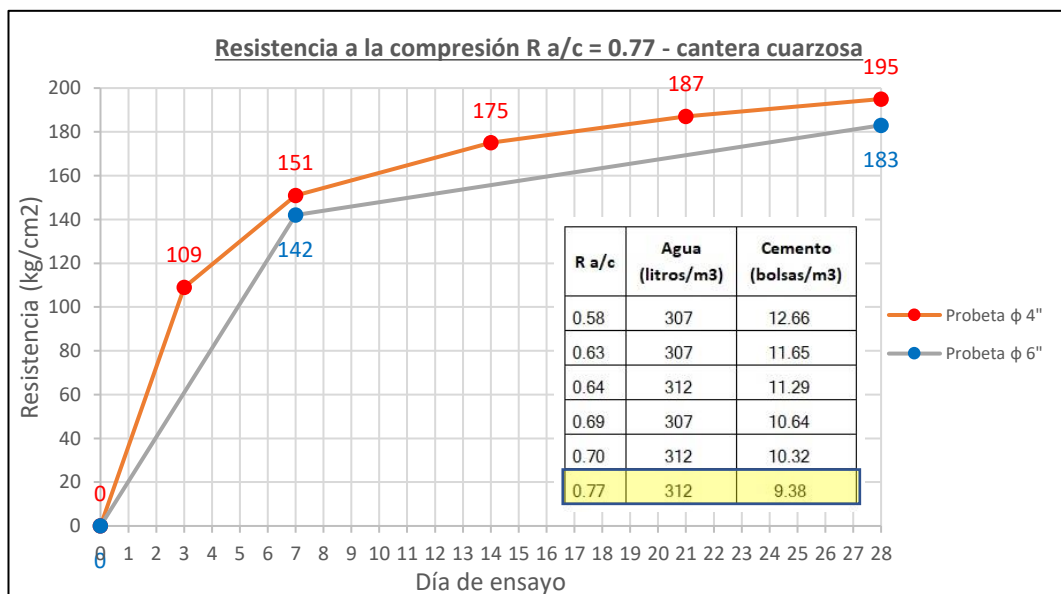
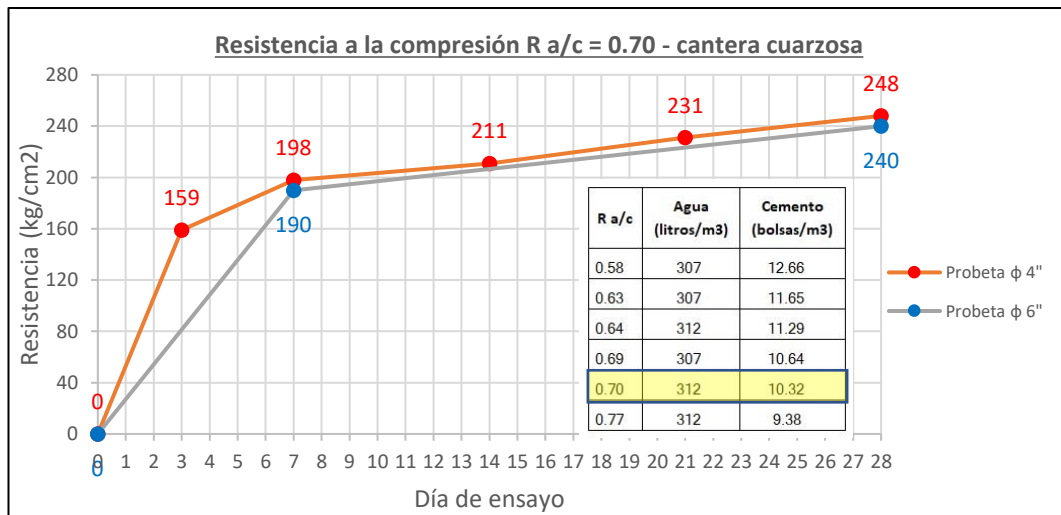
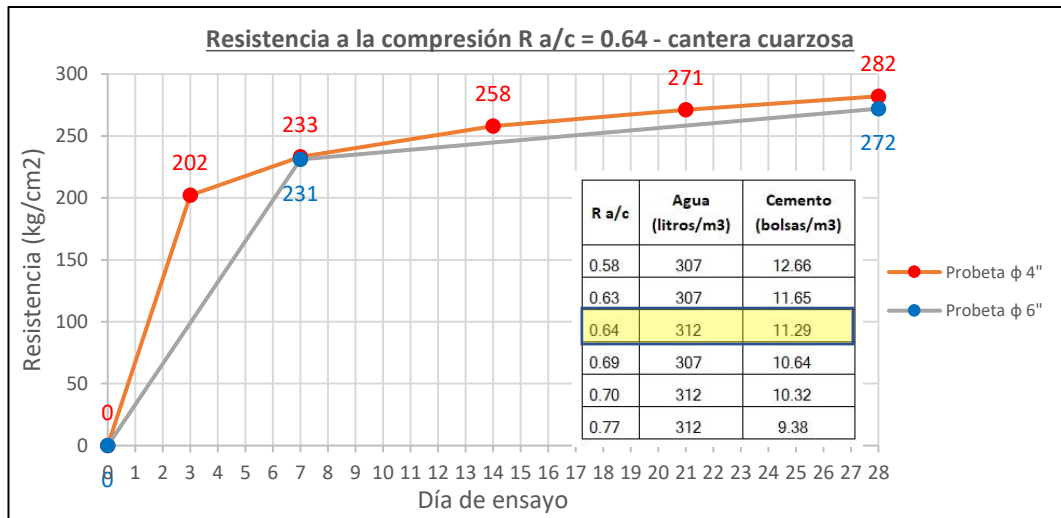
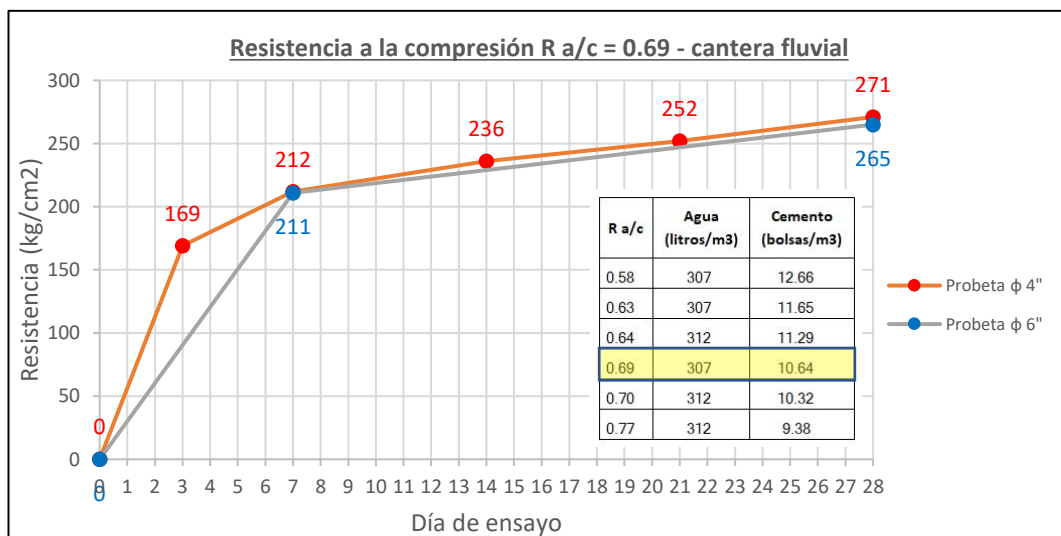
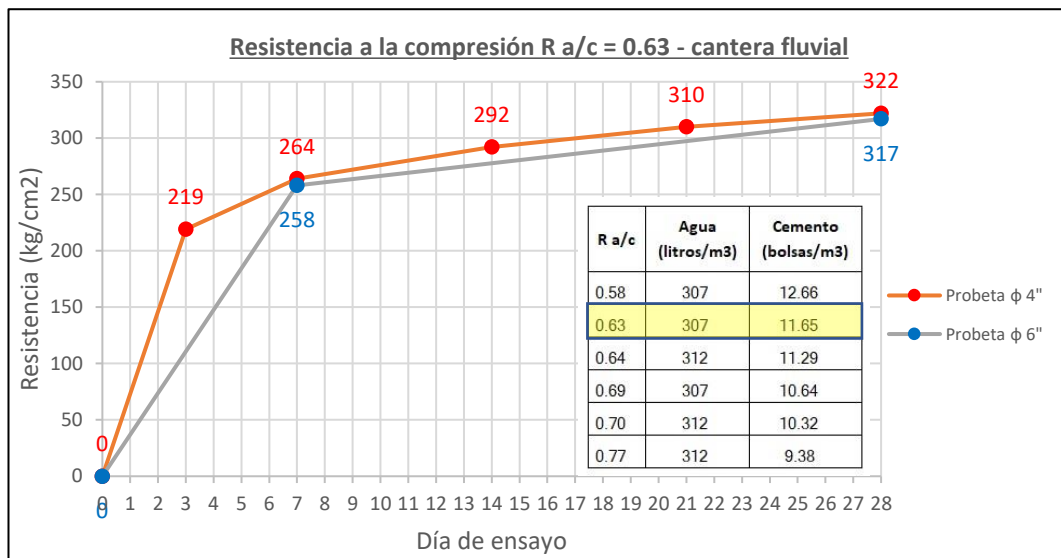
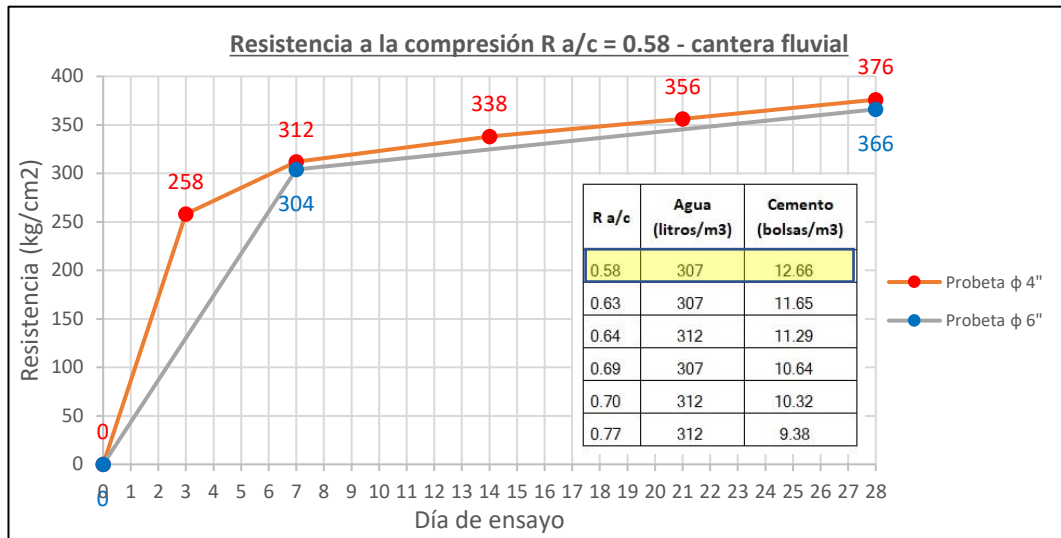


Gráfico 19. Resistencia a la compresión del concreto con arena fluvial – con probetas de 4” y 6”



4.9.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.

La resistencia a la tracción del concreto es una variable de comportamiento de gran interés para el diseño y control de calidad, en especial las estructuras hidráulicas y de pavimentación.

Sin embargo, en razón de que en las estructuras de concreto armado solamente es la resistencia a la compresión del concreto la que realmente interesa ésta mantiene su hegemonía como indicador de la calidad.

El ensayo de tracción por hendimiento o compresión diametral consiste en romper un cilindro de concreto, del tipo normalizado para el ensayo de compresión, entre los cabezales de una prensa, según generatrices opuestas. **(19)**

$$T = \frac{2P}{(\pi * L * D)}$$

Donde:


T = Resistencia a la tracción. (kg/cm²)

P = Carga registrada (kgf)


L = Longitud de la probeta (cm)

D = diámetro de probeta (cm)

Tabla 41. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena cuarzosa $R_{a/c} = 0,64$


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.55	15.09	138.57	20
2	30.60	15.08	152.20	21
3	30.63	15.22	151.51	21
4	30.60	15.39	151.51	21
5	30.45	15.30	144.52	20
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				21

Varianza	0.30
Des. estandar	0.55
Coef. Variación	2.67


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.57	15.38	175.73	24
2	30.64	15.14	170.11	24
3	30.55	15.22	166.62	23
4	30.62	15.28	176.93	25
5	30.46	15.17	163.87	23
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				24

Varianza	0.70
Des. estandar	0.84
Coef. Variación	3.53

Tabla 42. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena cuarzosa $R_{a/c} = 0,70$


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.58	15.14	131.50	18
2	30.55	15.09	125.29	18
3	30.45	15.15	135.29	19
4	30.55	15.17	128.67	18
5	30.50	15.10	136.80	19
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				18

Varianza	0.30
Des. estandar	0.55
Coef. Variación	2.99


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.56	15.29	152.39	21
2	30.59	15.22	153.01	21
3	30.35	15.13	153.83	22
4	30.60	15.08	154.01	22
5	30.58	15.21	158.56	22
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				22

Varianza	0.30
Des. estandar	0.55
Coef. Variación	2.55

Tabla 43. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena cuarzosa $R_{a/c} = 0,77$


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.56	15.25	112.39	16
2	30.55	15.26	112.92	16
3	30.62	15.21	116.23	16
4	30.52	15.20	116.82	16
5	30.60	15.32	115.53	16
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				16

Varianza	0.00
Des. estandar	0.00
Coef. Variación	0.00


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.63	15.34	148.50	21
2	30.58	15.22	146.40	20
3	30.54	15.28	144.80	20
4	30.58	15.22	143.20	20
5	30.44	15.17	146.20	21
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				20

Varianza	0.30
Des. estandar	0.55
Coef. Variación	2.70

Tabla 44. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena fluvial $R_{a/c} = 0,58$


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.33	15.05	166.27	24
2	30.55	15.27	170.02	24
3	30.60	15.32	175.66	24
4	30.50	15.12	160.24	23
5	30.38	15.15	160.73	23
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				24

Varianza	0.30
Des. estandar	0.55
Coef. Variación	2.33


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.60	15.26	209.27	29
2	30.61	15.08	218.20	31
3	30.62	15.31	219.29	30
4	30.53	15.16	218.01	31
5	30.52	15.22	219.54	31
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				30

Varianza	0.80
Des. estandar	0.89
Coef. Variación	2.93

Tabla 45. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena fluvial $R_{a/c} = 0,63$


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.50	15.14	155.38	22
2	30.65	15.19	160.24	22
3	30.70	15.24	154.26	21
4	30.58	15.22	154.02	21
5	30.50	15.14	156.54	22
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				22

Varianza	0.30
Des. estandar	0.55
Coef. Variación	2.55


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.50	15.14	185.17	26
2	30.61	15.24	191.99	27
3	30.60	15.03	190.65	27
4	30.58	15.24	191.31	27
5	30.35	15.10	183.25	26
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				27

Varianza	0.30
Des. estandar	0.55
Coef. Variación	2.07

Tabla 46. Resultados resistencia a la tracción del concreto con arena fluvial $R_{a/c} = 0,69$

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.60	15.27	135.05	19
2	30.48	15.22	132.77	19
3	30.50	15.29	134.77	19
4	30.60	15.17	129.74	18
5	30.58	15.15	125.95	18
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				19

Varianza	0.30
Des. estandar	0.55
Coef. Variación	2.96

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL			
Especimen	Long. prom. (cm)	ϕ prom. (cm)	P (KN)	Rb (Kg/cm ²)
1	30.58	15.19	162.66	23
2	30.63	15.23	166.40	23
3	30.65	15.24	157.48	22
4	30.62	15.09	161.50	23
5	30.63	15.06	163.18	23
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				23

Varianza	0.20
Des. estandar	0.45
Coef. Variación	1.97

Gráfico 20. Resistencia a la tracción del concreto con arena cuarzosa y fluvial

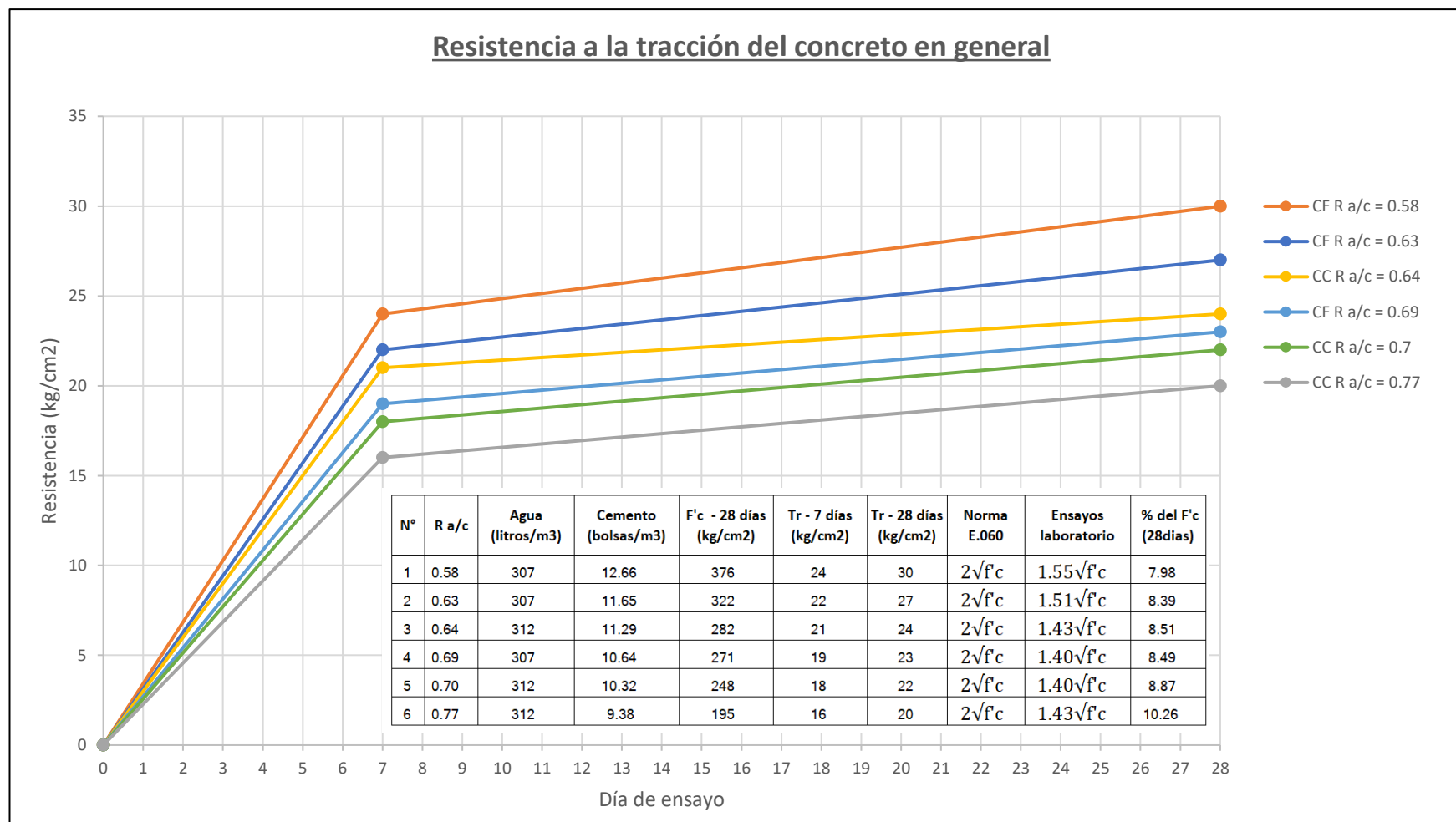


Gráfico 21. Resistencia a la tracción del concreto con arena cuarzosa

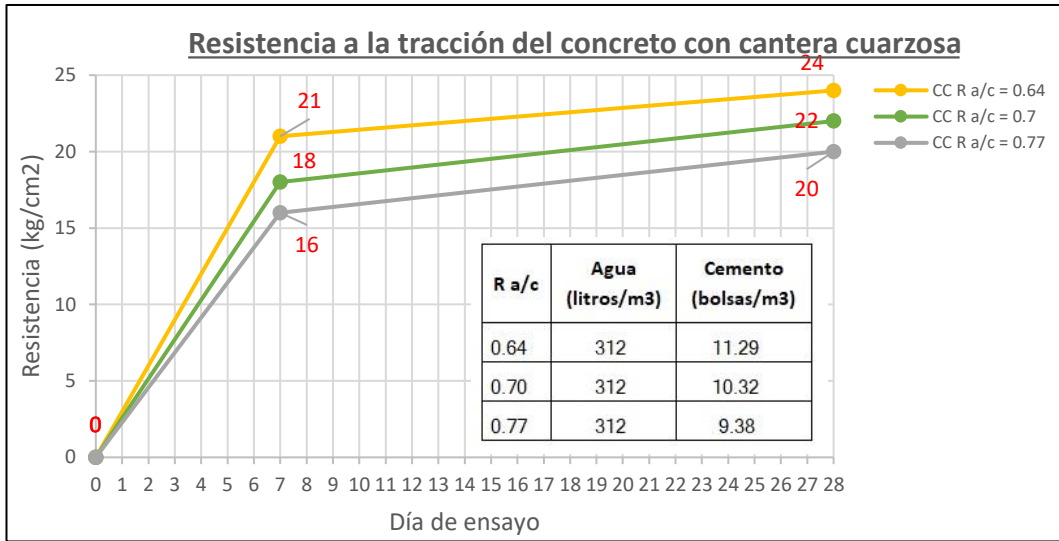
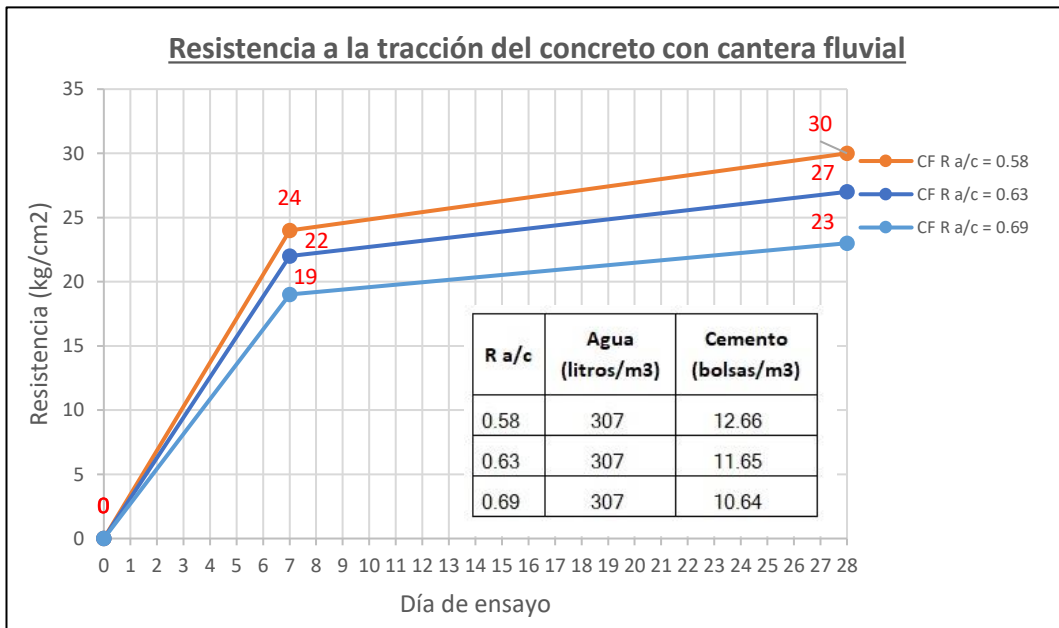


Gráfico 22. Resistencia a la tracción del concreto con arena fluvial



4.9.3 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

La resistencia a la flexión del concreto es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada.

Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura (MR) y es determinada mediante el método de ensayo ASTM C78 (carga en los puntos tercios) o ASTM C293 (carga en el punto medio).

El módulo de rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio. **(20)**

Si la fractura de la viga en el ensayo se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio de luz libre, calcúlese el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$Mr = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

Mr = Modulo de rotura (kg/cm²)

P = Máxima carga aplicada en el ensayo.

L = Longitud libre entre apoyos.

b = Ancho promedio de la muestra.

d = Altura promedio de la muestra.


Si la fractura de la viga en el ensayo se inicia en la zona de tensión, fuera del tercio de luz libre, en menos del 5% de la luz libre, calcúlese el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$Mr = \frac{3Pa}{bd^2}$$


Donde:

a = Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medio sobre la zona de tensión de la viga.

Tabla 47. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena cuarzosa $R_{a/c} = 0,64$


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm ²)
1	45.60	15.60	15.30	30.23	39
2	45.60	15.41	15.43	28.65	37
3	45.60	15.53	15.38	30.07	39
4	45.60	15.48	15.33	28.64	37
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					38

Varianza	1.33
Des. estandar	1.15
Coef. Variación	3.03


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm ²)
1	45.60	15.71	15.33	35.19	45
2	45.60	15.46	15.28	34.64	45
3	45.60	15.38	15.55	34.24	43
4	45.60	15.54	15.71	36.33	45
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					45

Varianza	1.00
Des. estandar	1.00
Coef. Variación	2.25

Tabla 48. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena cuarzosa $R_{a/c} = 0,70$


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm2)
1	45.60	15.41	15.40	25.36	33
2	45.60	15.40	15.48	25.87	33
3	45.60	15.33	15.46	24.94	32
4	45.60	15.58	15.30	26.91	35
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					33

Varianza	1.58
Des. estandar	1.26
Coef. Variación	3.79


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm2)
1	45.60	15.52	15.28	30.55	40
2	45.60	15.32	15.47	31.08	40
3	45.60	15.47	15.36	31.02	40
4	45.60	15.50	15.31	31.15	40
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					40

Varianza	0.00
Des. estandar	0.00
Coef. Variación	0.00

Tabla 49. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena cuarzosa $R_{a/c} = 0,77$


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm ²)
1	45.60	15.36	15.40	20.58	27
2	45.60	15.35	15.40	21.73	28
3	45.60	15.53	15.31	20.23	26
4	45.60	15.53	15.34	21.75	28
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					27

Varianza	0.91
Des. estandar	0.96
Coef. Variación	3.52


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA				
Especimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm ²)
1	45.60	15.35	15.38	25.50	33
2	45.60	15.63	15.32	24.56	32
3	45.60	15.55	15.39	25.87	33
4	45.60	15.24	15.35	24.63	32
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					33

Varianza	0.33
Des. estandar	0.58
Coef. Variación	1.78

Tabla 50. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena fluvial
 $R_{a/c} = 0,58$


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm ²)
1	45.60	15.50	15.32	32.21	42
2	45.60	15.36	15.39	33.13	43
3	45.60	15.27	15.43	32.43	42
4	45.60	15.52	15.36	32.99	42
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					42

Varianza	0.25
Des. estandar	0.50
Coef. Variación	1.18


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Especimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm ²)
1	45.60	15.45	15.42	38.23	49
2	45.60	15.39	15.41	38.40	49
3	45.60	15.40	15.38	39.08	50
4	45.60	15.32	15.36	38.55	50
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					50

Varianza	0.33
Des. estandar	0.58
Coef. Variación	1.17

Tabla 51. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena fluvial $R_{a/c} = 0,63$


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Specimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm ²)
1	45.60	15.23	15.45	28.74	37
2	45.60	15.43	15.33	27.12	35
3	45.60	15.45	15.48	28.09	36
4	45.60	15.48	15.43	28.70	37
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					36

Varianza	0.91
Des. estandar	0.96
Coef. Variación	2.65


	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Specimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm ²)
1	45.60	15.51	15.31	32.09	42
2	45.60	15.42	15.43	31.85	41
3	45.60	15.44	15.35	32.97	43
4	45.60	15.58	15.40	31.94	41
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					42

Varianza	0.91
Des. estandar	0.96
Coef. Variación	2.30

Tabla 52. Resultados resistencia a la flexión del concreto con arena fluvial
 $R_{a/c} = 0,69$

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Specimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm ²)
1	45.60	15.30	15.40	21.81	28
2	45.60	15.20	15.40	20.45	27
3	45.60	15.30	15.45	21.25	28
4	45.60	15.60	15.33	21.18	27
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					28

Varianza	0.33
Des. estandar	0.58
Coef. Variación	2.11

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL				
Specimen	Larg. prom. (cm)	Ancho prom. (cm)	Alto prom. (cm)	P (KN)	Mr (Kg/cm ²)
1	45.60	15.42	15.39	27.97	36
2	45.60	15.51	15.39	28.06	36
3	45.60	15.62	15.41	27.58	35
4	45.60	15.51	15.38	26.83	35
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO					36

Varianza	0.33
Des. estandar	0.58
Coef. Variación	1.63

Gráfico 23. Resistencia a la flexión del concreto con arena cuarzosa y fluvial

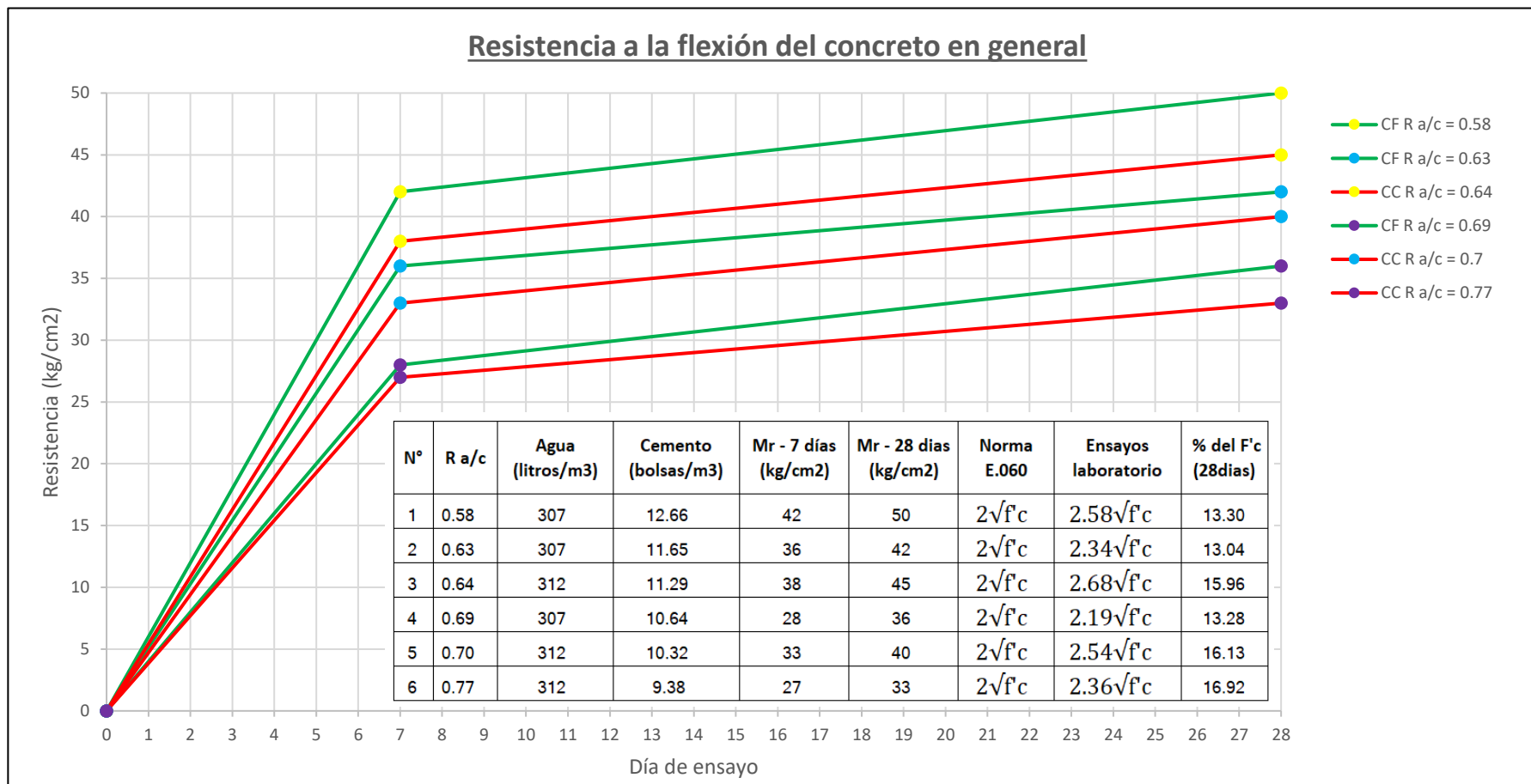


Gráfico 24. Resistencia a la flexión del concreto con arena cuarzosa

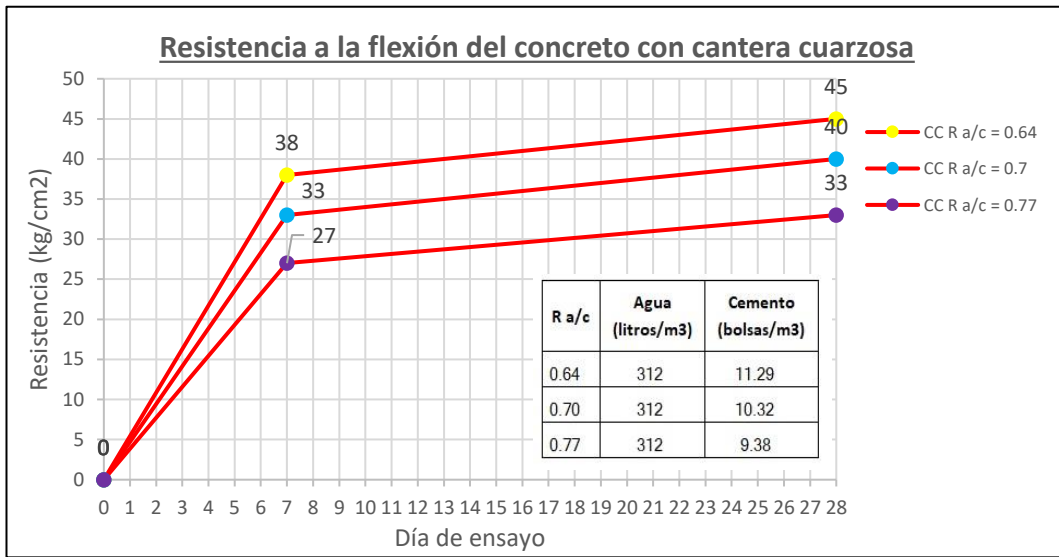
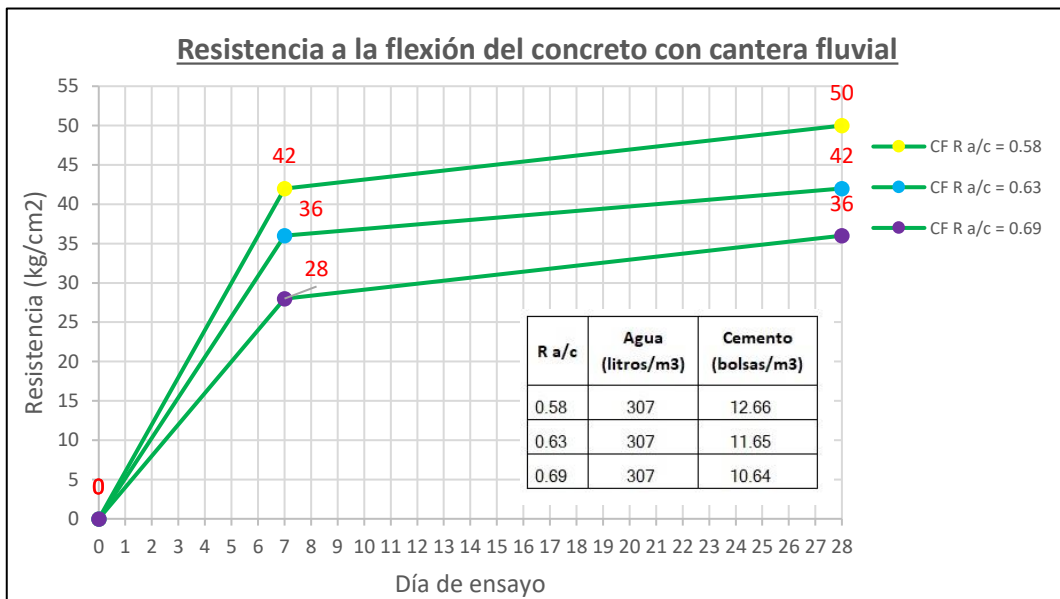


Gráfico 25. Resistencia a la flexión del concreto con arena fluvial

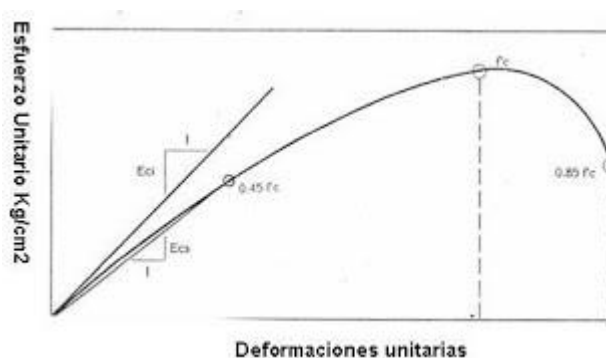


4.9.4 MÓDULO DE ELASTICIDAD.

Elasticidad es la propiedad de los materiales que les permite sufrir deformaciones reversibles debido a la acción de fuerzas externas. Recordemos, que la deformación es la variación de la dimensión y forma de un material. Por tanto, un material es elástico cuando la deformación que sufre ante la acción de fuerzas externas desaparece al cesar su acción.

El módulo elástico, el ACI 318-11 lo define como la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente. Representa que tan rígido es un material ante la carga impuesta sobre el mismo.

La determinación del módulo de elasticidad estático del concreto se realiza mediante el procedimiento de ensayo ASTM C 469. El ensayo consiste en romper cilindros estándar de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura hasta la falla, midiendo la deformación para valores de hasta $0.45 f_c$ (zona elástica).



Explicando la figura a detalle. La primera fase es la zona elástica, aquí el esfuerzo y la deformación unitaria se extiende desde 0% hasta 40% del f_c e inclusive hasta un 0.45 de la resistencia a compresión.

A partir de este punto se presenta una línea curva por la micro fisuración que se produce entre la conexión agregado – pasta en el concreto. Esto se debe a que el concreto tiene algo de elasticidad y asimismo a la fluencia del mismo, corroborando que no es un material completamente elástico.

Con lo anterior se justifica la importancia de conocer el módulo de elasticidad en obra, siendo utilizado para los siguientes fines:

Uno de los valores más importantes en el diseño de concreto reforzado es el módulo de elasticidad, puesto que este influye en las deflexiones, derivas y rigidez de una estructura.

Determinar la variabilidad en propiedades mecánicas para concretos y morteros in situ usados en elementos similares.

Permite un análisis o revisión estructural más detallado conforme el concreto colocado y comportamiento más real de los elementos. puesto que este influye en la rigidez de una estructura.

Tener un buen conocimiento del módulo de elasticidad del concreto bajo condiciones de carga lenta podría emplearse en futuras investigaciones acerca del módulo de elasticidad dinámico de concreto (es decir bajo cargas rápidas), lo anterior sería importante para evaluar las implicaciones en el comportamiento estructural más probable, sobre todo a nivel sísmico.

(21)

Durante el diseño de estructuras se tiende a obtener valores de E_c mediante la correlación con la resistencia a compresión del concreto (f'_c). El ACI 318-11 estima el valor de E_c para concretos con peso específico entre 1440 kg/m³ y 2560 kg/m³ mediante la ecuación

$$E_c = (W_c)^{1,5} * 0.043 \sqrt{f'_c} \quad \text{en (MPa)}$$

Para concretos de peso unitario normal ($W_c = 2300$ kg/m³), E_c , puede tomarse como:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad \text{en (MPa)}$$

a) Equipos y materiales

Anillos de sujeción.

Deformímetro con precisión de 0.0001.

Prensa para roturas de concreto.

b) Procedimiento

Se empleará 2 especímenes para el ensayo, el primero se utilizará para obtener el 40% de la resistencia total del espécimen. La segunda probeta se utilizará en el ensayo para el módulo de elasticidad.

Las probetas a ensayar se deben sacar del agua 30 min antes del ensayo, se colocan los anillos de sujeción en la probeta, con el deformímetro, se coloca en la prensa de concreto se alinea al eje para la compresión, se inicia una precarga para poder graduar el dial del deformímetro desde cero a una pre carga mínima.

Teniendo la probeta alineada y el dial graduado para el inicio del ensayo, se inicia la compresión en la prensa y a medida que la probeta va recibiendo la carga de la prensa se va anotando la lectura del dial del deformímetro, las lecturas se harán en las siguientes cargas, 5 lecturas a cada 1000 kgf, después 5 lecturas más a cada 5000 kgf, teniendo en consideración que la carga no sea menor al 40 % de la resistencia de concreto previamente rota. Posteriormente con los datos obtenidos se comienza el cálculo del módulo elástico del mortero.

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(e_2 - 0.000050)}$$

Donde:


Ec = módulo de elasticidad.

S2 = esfuerzo al 40% de la carga ultima.

S1 = esfuerzo a la deformación unitaria longitudinal de 50 millonésimas.

e2 = deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S2.

Tabla 53. Resultados módulo elástico del concreto con arena cuarzosa $R_{a/c} = 0,64$

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA								
DATOS	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA	229.00 kg/cm ²		232.00 kg/cm ²		231.00 kg/cm ²		229.00 kg/cm ²		233.00 kg/cm ²	
DIAMETRO	15.26 cm		15.24 cm		15.27 cm		15.23 cm		15.24 cm	
ÁREA	182.90 cm ²		182.42 cm ²		183.14 cm ²		182.18 cm ²		182.42 cm ²	
LONGITUD ANILLOS	20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA	91.60 kg/cm ²		92.80 kg/cm ²		92.40 kg/cm ²		91.60 kg/cm ²		93.20 kg/cm ²	
CARGAS	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA
1000	5.47	0.0000220	5.49	0.0000220	5.47	0.0000196	5.49	0.0000244	5.49	0.0000220
2000	10.94	0.0000366	10.97	0.0000342	10.93	0.0000318	10.98	0.0000488	10.97	0.0000440
3000	16.41	0.0000732	16.45	0.0000683	16.39	0.0000732	16.47	0.0000854	16.45	0.0000805
4000	21.87	0.0000952	21.93	0.0000952	21.85	0.0000976	21.96	0.0001122	21.93	0.0001049
5000	27.34	0.0001244	27.41	0.0001220	27.31	0.0001269	27.45	0.0001440	27.41	0.0001391
10000	54.68	0.0002586	54.82	0.0002513	54.61	0.0002561	54.90	0.0002683	54.82	0.0002610
15000	82.02	0.0004025	82.23	0.0004000	81.91	0.0003952	82.34	0.0004098	82.23	0.0004025
20000	109.35	0.0005635	109.64	0.0005610	109.21	0.0005561	109.79	0.0005805	109.64	0.0005757
25000	136.69	0.0007269	137.05	0.0007318	136.51	0.0007220	137.23	0.0007488	137.05	0.0007366
30000	164.03	0.0009391	164.46	0.0009415	163.81	0.0009415	164.68	0.0009635	164.46	0.0009586
S1	12.9426776 kg/cm ²		13.5091202 kg/cm ²		13.3302899 kg/cm ²		11.160000 kg/cm ²		11.8708219 kg/cm ²	
e1	0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500	
S2	91.60 kg/cm ²		92.80 kg/cm ²		92.40 kg/cm ²		91.60 kg/cm ²		93.20 kg/cm ²	
e2	0.0004589		0.0004621		0.0004570		0.0004674		0.0004718	
MÓDULO ELÁSTICO	192,347 kg/cm ²		192,414 kg/cm ²		194,263 kg/cm ²		192,725 kg/cm ²		192,807 kg/cm ²	
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO					192,911 Kg/cm ²					



		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.64 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA								
DATOS	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA	274.00 kg/cm ²		273.00 kg/cm ²		272.00 kg/cm ²		273.00 kg/cm ²		272.00 kg/cm ²	
DIAMETRO	15.16 cm		15.16 cm		15.16 cm		15.22 cm		15.28 cm	
ÁREA	180.51 cm ²		180.51 cm ²		180.51 cm ²		181.94 cm ²		183.38 cm ²	
LONGITUD ANILLOS	20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA	109.60 kg/cm ²		109.20 kg/cm ²		108.80 kg/cm ²		109.20 kg/cm ²		108.80 kg/cm ²	
CARGAS	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA
1000	5.54	0.0000171	5.54	0.0000122	5.54	0.0000122	5.50	0.0000122	5.46	0.0000147
2000	11.08	0.0000415	11.08	0.0000391	11.08	0.0000293	11.00	0.0000415	10.91	0.0000415
3000	16.62	0.0000635	16.62	0.0000537	16.62	0.0000635	16.49	0.0000610	16.36	0.0000586
4000	22.16	0.0000830	22.16	0.0000708	22.16	0.0000879	21.99	0.0000830	21.82	0.0000927
5000	27.7	0.0001049	27.70	0.0000927	27.7	0.0001074	27.49	0.0001074	27.27	0.0001049
10000	55.4	0.0002220	55.40	0.0002122	55.4	0.0002196	54.97	0.0002171	54.54	0.0002244
15000	83.1	0.0003561	83.10	0.0003488	83.1	0.0003537	82.45	0.0003391	81.80	0.0003610
20000	110.8	0.0005000	110.80	0.0004976	110.8	0.0004805	109.93	0.0004952	109.07	0.0005049
25000	138.5	0.0006683	138.50	0.0006537	138.5	0.0006586	137.41	0.0006464	136.33	0.0006708
30000	166.2	0.0008440	166.20	0.0008415	166.2	0.0008635	164.89	0.0008415	163.60	0.0008415
S1	13.2204545 kg/cm ²		15.2160274 kg/cm ²		14.4331579 kg/cm ²		13.3930769 kg/cm ²		13.6190643 kg/cm ²	
e1	0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500	
S2	109.60 kg/cm ²		109.20 kg/cm ²		108.80 kg/cm ²		109.20 kg/cm ²		108.80 kg/cm ²	
e2	0.0004938		0.0004890		0.0004713		0.0004911		0.0005035	
MÓDULO ELÁSTICO	217,186 kg/cm ²		214,085 kg/cm ²		223,966 kg/cm ²		217,224 kg/cm ²		209,893 kg/cm ²	
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO					216,471 Kg/cm ²					

Tabla 54. Resultados módulo elástico del concreto con arena cuarzosa $R_{a/c} = 0,70$

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA									
DATOS		PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA		191.00 kg/cm ²		190.00 kg/cm ²		191.00 kg/cm ²		191.00 kg/cm ²		191.00 kg/cm ²	
DIAMETRO		15.14 cm		15.15 cm		15.31 cm		15.10 cm		15.24 cm	
ÁREA		180.03 cm ²		180.27 cm ²		184.10 cm ²		179.08 cm ²		182.42 cm ²	
LONGITUD ANILLOS		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA		76.40 kg/cm ²		76.00 kg/cm ²		76.40 kg/cm ²		76.40 kg/cm ²		76.40 kg/cm ²	
CARGAS	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	
1000	5.56	0.0000220	5.55	0.0000244	5.44	0.0000293	5.59	0.0000196	5.49	0.0000220	
2000	11.11	0.0000464	11.10	0.0000561	10.87	0.0000586	11.17	0.0000561	10.97	0.0000610	
3000	16.67	0.0000732	16.65	0.0000854	16.3	0.0000879	16.76	0.0000732	16.45	0.0000879	
4000	22.22	0.0001000	22.19	0.0001049	21.73	0.0001171	22.34	0.0001025	21.93	0.0001196	
5000	27.78	0.0001269	27.74	0.0001318	27.16	0.0001342	27.93	0.0001366	27.41	0.0001464	
10000	55.55	0.0002781	55.48	0.0002854	54.32	0.0003000	55.85	0.0003049	54.82	0.0003122	
15000	83.32	0.0004488	83.21	0.0004561	81.48	0.0004561	83.77	0.0004830	82.23	0.0004879	
20000	111.1	0.0006464	110.95	0.0006537	108.64	0.0006537	111.69	0.0006830	109.64	0.0006854	
S1	11.8568657 kg/cm ²		10.0320189 kg/cm ²		9.2762116 kg/cm ²		10.237452 kg/cm ²		9.42435897 kg/cm ²		
e1	0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		
S2	76.40 kg/cm ²		76.00 kg/cm ²		76.40 kg/cm ²		76.40 kg/cm ²		76.40 kg/cm ²		
e2	0.0004063		0.0004117		0.0004269		0.0004360		0.0004505		
MÓDULO ELÁSTICO	181,167 kg/cm ²		182,375 kg/cm ²		178,093 kg/cm ²		171,412 kg/cm ²		167,218 kg/cm ²		
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO					176,053 Kg/cm ²						


		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.70 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA									
DATOS		PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA		236.00 kg/cm ²		244.00 kg/cm ²		241.00 kg/cm ²		243.00 kg/cm ²		238.00 kg/cm ²	
DIAMETRO		15.29 cm		15.12 cm		15.16 cm		15.11 cm		15.30 cm	
ÁREA		183.62 cm ²		179.56 cm ²		180.51 cm ²		179.32 cm ²		183.86 cm ²	
LONGITUD ANILLOS		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA		94.40 kg/cm ²		97.60 kg/cm ²		96.40 kg/cm ²		97.20 kg/cm ²		95.20 kg/cm ²	
CARGAS	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	
1000	5.45	0.0000098	5.57	0.0000122	5.54	0.0000147	5.58	0.0000098	5.44	0.0000171	
2000	10.9	0.0000269	11.14	0.0000318	11.08	0.0000342	11.16	0.0000391	10.88	0.0000440	
3000	16.34	0.0000561	16.71	0.0000610	16.62	0.0000635	16.73	0.0000586	16.32	0.0000683	
4000	21.79	0.0000781	22.28	0.0000854	22.16	0.0000879	22.31	0.0000830	21.76	0.0000927	
5000	27.24	0.0001000	27.85	0.0001098	27.7	0.0001098	27.89	0.0001049	27.20	0.0001171	
10000	54.47	0.0002269	55.70	0.0002440	55.4	0.0002391	55.77	0.0002366	54.39	0.0002464	
15000	81.7	0.0003610	83.54	0.0003708	83.1	0.0003732	83.65	0.0003903	81.59	0.0003927	
20000	108.93	0.0005366	111.39	0.0005488	110.8	0.0005415	111.54	0.0005659	108.78	0.0005635	
25000	136.16	0.0007074	139.23	0.0007220	138.5	0.0007000	139.42	0.0007464	135.98	0.0007488	
S1	15.2035616 kg/cm ²		14.6117123 kg/cm ²		14.0674403 kg/cm ²		14.2734872 kg/cm ²		12.2232099 kg/cm ²		
e1	0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		
S2	94.40 kg/cm ²		97.60 kg/cm ²		96.40 kg/cm ²		97.20 kg/cm ²		95.20 kg/cm ²		
e2	0.0004429		0.0004607		0.0004540		0.0004756		0.0004782		
MÓDULO ELÁSTICO	201,570 kg/cm ²		202,084 kg/cm ²		203,790 kg/cm ²		194,841 kg/cm ²		193,784 kg/cm ²		
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO					199,214 Kg/cm ²						

Tabla 55. Resultados módulo elástico del concreto con arena cuarzosa $R_{a/c} = 0,77$

UCP		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 7 DÍAS - CANTERA CUARZOSA									
DATOS		PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA		141.00 kg/cm ²		140.00 kg/cm ²		144.00 kg/cm ²		143.00 kg/cm ²		141.00 kg/cm ²	
DIAMETRO		15.20 cm		15.23 cm		15.22 cm		15.16 cm		15.15 cm	
ÁREA		181.46 cm ²		182.18 cm ²		181.94 cm ²		180.51 cm ²		180.27 cm ²	
LONGITUD ANILLOS		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA		56.40 kg/cm ²		56.00 kg/cm ²		57.60 kg/cm ²		57.20 kg/cm ²		56.40 kg/cm ²	
CARGAS	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	
	1000	5.52	0.0000220	5.49	0.0000220	5.5	0.0000244	5.54	0.0000220	5.55	0.0000244
2000	11.03	0.0000391	10.98	0.0000391	11	0.0000440	11.08	0.0000415	11.10	0.0000440	
3000	16.54	0.0000781	16.47	0.0000757	16.49	0.0000757	16.62	0.0000805	16.65	0.0000854	
4000	22.05	0.0001049	21.96	0.0001025	21.99	0.0001049	22.16	0.0001098	22.19	0.0001098	
5000	27.56	0.0001318	27.45	0.0001293	27.49	0.0001342	27.70	0.0001391	27.74	0.0001391	
10000	55.11	0.0003000	54.90	0.0003049	54.97	0.0003049	55.40	0.0003000	55.48	0.0003098	
15000	82.67	0.0004976	82.34	0.0004952	82.45	0.0004927	83.10	0.0004879	83.21	0.0005122	
S1	12.5699744 kg/cm ²		12.615 kg/cm ²		12.0391167 kg/cm ²		12.287436 kg/cm ²		11.9043478 kg/cm ²		
e1	0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		
S2	56.40 kg/cm ²		56.00 kg/cm ²		57.60 kg/cm ²		57.20 kg/cm ²		56.40 kg/cm ²		
e2	0.0003092		0.0003125		0.0003229		0.0003122		0.0003165		
MÓDULO ELÁSTICO	169,066 kg/cm ²		165,259 kg/cm ²		166,968 kg/cm ²		171,285 kg/cm ²		166,954 kg/cm ²		
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO					167,906 Kg/cm ²						

UCP		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.77 - 28 DÍAS - CANTERA CUARZOSA									
DATOS		PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA		183.00 kg/cm ²		184.00 kg/cm ²		185.00 kg/cm ²		183.00 kg/cm ²		180.00 kg/cm ²	
DIAMETRO		15.09 cm		15.16 cm		15.26 cm		15.24 cm		15.26 cm	
ÁREA		178.85 cm ²		180.51 cm ²		182.90 cm ²		182.42 cm ²		182.90 cm ²	
LONGITUD ANILLOS		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA		73.20 kg/cm ²		73.60 kg/cm ²		74.00 kg/cm ²		73.20 kg/cm ²		72.00 kg/cm ²	
CARGAS	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	
	1000	5.6	0.0000098	5.54	0.0000074	5.47	0.0000122	5.49	0.0000122	5.47	0.0000171
2000	11.19	0.0000318	11.08	0.0000342	10.94	0.0000342	10.97	0.0000366	10.94	0.0000440	
3000	16.78	0.0000537	16.62	0.0000561	16.41	0.0000586	16.45	0.0000586	16.41	0.0000659	
4000	22.37	0.0000830	22.16	0.0000879	21.87	0.0000927	21.93	0.0000903	21.87	0.0000927	
5000	27.96	0.0001147	27.70	0.0001171	27.34	0.0001171	27.41	0.0001269	27.34	0.0001269	
10000	55.92	0.0002586	55.40	0.0002659	54.68	0.0002635	54.82	0.0002732	54.68	0.0002757	
15000	83.87	0.0004244	83.10	0.0004293	82.02	0.0004391	82.23	0.0004440	82.02	0.0004561	
20000	111.83	0.0005854	110.80	0.0005952	109.35	0.0006049	109.64	0.0006220	109.35	0.0006391	
S1	15.8357708 kg/cm ²		15.076895 kg/cm ²		14.4820492 kg/cm ²		14.3078182 kg/cm ²		12.4386301 kg/cm ²		
e1	0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		
S2	73.20 kg/cm ²		73.60 kg/cm ²		74.00 kg/cm ²		73.20 kg/cm ²		72.00 kg/cm ²		
e2	0.0003611		0.0003733		0.0003876		0.0003877		0.0003900		
MÓDULO ELÁSTICO	184,390 kg/cm ²		181,041 kg/cm ²		176,304 kg/cm ²		174,376 kg/cm ²		175,189 kg/cm ²		
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO					178,260 Kg/cm ²						

Tabla 56. Resultados módulo elástico del concreto con arena fluvial R a/c = 0,58

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL									
DATOS		PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA		306.00 kg/cm ²		307.00 kg/cm ²		305.00 kg/cm ²		305.00 kg/cm ²		303.00 kg/cm ²	
DIAMETRO		15.30 cm		15.29 cm		15.24 cm		15.27 cm		15.29 cm	
ÁREA		183.86 cm ²		183.62 cm ²		182.42 cm ²		183.14 cm ²		183.62 cm ²	
LONGITUD ANILLOS		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA		122.40 kg/cm ²		122.80 kg/cm ²		122.00 kg/cm ²		122.00 kg/cm ²		121.20 kg/cm ²	
CARGAS	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	
1000	5.44	0.0000244	5.45	0.0000293	5.49	0.0000318	5.47	0.0000293	5.45	0.0000196	
2000	10.88	0.0000537	10.90	0.0000586	10.97	0.0000586	10.93	0.0000586	10.90	0.0000366	
3000	16.32	0.0000757	16.34	0.0000854	16.45	0.0000830	16.39	0.0000830	16.34	0.0000757	
4000	21.76	0.0001049	21.79	0.0001122	21.93	0.0001074	21.85	0.0001098	21.79	0.0001074	
5000	27.2	0.0001342	27.24	0.0001440	27.41	0.0001366	27.31	0.0001391	27.24	0.0001318	
10000	54.39	0.0002830	54.47	0.0003000	54.82	0.0002952	54.61	0.0003025	54.47	0.0002732	
15000	81.59	0.0004488	81.70	0.0004757	82.23	0.0004708	81.91	0.0004757	81.70	0.0004440	
20000	108.78	0.0006318	108.93	0.0006537	109.64	0.0006440	109.21	0.0006586	108.93	0.0006122	
25000	135.98	0.0007976	136.16	0.0008147	137.05	0.0008074	136.51	0.0008293	136.16	0.0007830	
S1	10.1930375 kg/cm ²		9.3003413 kg/cm ²		9.21149254 kg/cm ²		9.32740614 kg/cm ²		12.7643478 kg/cm ²		
e1	0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		
S2	122.40 kg/cm ²		122.80 kg/cm ²		122.00 kg/cm ²		122.00 kg/cm ²		121.20 kg/cm ²		
e2	0.0007148		0.0007357		0.0007177		0.0007386		0.0006892		
MÓDULO ELÁSTICO		168.778 kg/cm ²		165.522 kg/cm ²		168.926 kg/cm ²		163.633 kg/cm ²		169.653 kg/cm ²	
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO				167.302 kg/cm ²							



		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		ENSAYO DE MÓDULO ELASTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.58 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL									
DATOS		PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA		365.00 kg/cm ²		368.00 kg/cm ²		367.00 kg/cm ²		368.00 kg/cm ²		367.00 kg/cm ²	
DIAMETRO		15.23 cm		15.16 cm		15.17 cm		15.15 cm		15.16 cm	
ÁREA		182.18 cm ²		180.51 cm ²		180.75 cm ²		180.27 cm ²		180.51 cm ²	
LONGITUD ANILLOS		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA		146.00 kg/cm ²		147.20 kg/cm ²		146.80 kg/cm ²		147.20 kg/cm ²		146.80 kg/cm ²	
CARGAS	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	
1000	5.49	0.0000293	5.54	0.0000244	5.54	0.0000196	5.55	0.0000293	5.54	0.0000147	
2000	10.98	0.0000537	11.08	0.0000440	11.07	0.0000488	11.10	0.0000537	11.08	0.0000440	
3000	16.47	0.0000781	16.62	0.0000805	16.6	0.0000781	16.65	0.0000805	16.62	0.0000683	
4000	21.96	0.0001025	22.16	0.0001049	22.14	0.0001025	22.19	0.0001074	22.16	0.0000927	
5000	27.45	0.0001293	27.70	0.0001318	27.67	0.0001293	27.74	0.0001318	27.70	0.0001196	
10000	54.9	0.0002659	55.40	0.0002659	55.33	0.0002635	55.48	0.0002708	55.40	0.0002610	
15000	82.34	0.0004122	83.10	0.0004074	82.99	0.0004074	83.21	0.0004269	83.10	0.0004196	
20000	109.79	0.0005683	110.80	0.0005561	110.66	0.0005659	110.95	0.0005927	110.80	0.0005757	
25000	137.23	0.0007196	138.50	0.0007098	138.32	0.0007269	138.69	0.0007513	138.50	0.0007366	
30000	164.68	0.0008732	166.20	0.0008659	165.98	0.0008805	166.42	0.0009196	166.20	0.0009025	
35000	192.12	0.0010586	193.90	0.0010366	193.64	0.0010610	194.16	0.0010927	193.90	0.0010781	
S1	10.1475 kg/cm ²		11.9906849 kg/cm ²		11.2964846 kg/cm ²		10.2584016 kg/cm ²		12.4479012 kg/cm ²		
e1	0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		
S2	146.00 kg/cm ²		147.20 kg/cm ²		146.80 kg/cm ²		147.20 kg/cm ²		146.80 kg/cm ²		
e2	0.0007687		0.0007588		0.0007740		0.0008029		0.0007863		
MÓDULO ELÁSTICO		189.033 kg/cm ²		190.751 kg/cm ²		187.162 kg/cm ²		181.874 kg/cm ²		182.467 kg/cm ²	
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO				186.257 kg/cm ²							

Tabla 57. Resultados módulo elástico del concreto con arena fluvial R a/c = 0,63

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL									
DATOS		PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA		260.00 kg/cm ²		258.00 kg/cm ²		260.00 kg/cm ²		258.00 kg/cm ²		258.00 kg/cm ²	
DIAMETRO		15.23 cm		15.30 cm		15.23 cm		15.20 cm		15.20 cm	
ÁREA		182.18 cm ²		183.86 cm ²		182.18 cm ²		181.46 cm ²		181.46 cm ²	
LONGITUD ANILLOS		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA		104.00 kg/cm ²		103.20 kg/cm ²		104.00 kg/cm ²		103.20 kg/cm ²		103.20 kg/cm ²	
CARGAS		ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA
1000		5.49	0.000147	5.44	0.000171	5.49	0.000147	5.52	0.000244	5.52	0.000220
2000		10.98	0.000415	10.88	0.000488	10.98	0.000318	11.03	0.000537	11.03	0.000440
3000		16.47	0.000708	16.32	0.000805	16.47	0.000659	16.54	0.000830	16.54	0.000732
4000		21.96	0.001074	21.76	0.001147	21.96	0.001000	22.05	0.001122	22.05	0.001049
5000		27.45	0.001342	27.20	0.001440	27.45	0.001220	27.56	0.001415	27.56	0.001293
10000		54.9	0.003049	54.39	0.003196	54.9	0.002903	55.11	0.003171	55.11	0.002976
15000		82.34	0.004757	81.59	0.004879	82.34	0.004561	82.67	0.005049	82.67	0.004659
20000		109.79	0.006708	108.78	0.006830	109.79	0.006513	110.22	0.007000	110.22	0.006659
25000		137.23	0.008659	135.98	0.008757	137.23	0.008342	137.78	0.008952	137.78	0.008537
S1		12.572621 kg/cm ²		11.0859306 kg/cm ²		13.9101466 kg/cm ²		10.334198 kg/cm ²		12.1621918 kg/cm ²	
e1		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500	
S2		104.00 kg/cm ²		103.20 kg/cm ²		104.00 kg/cm ²		103.20 kg/cm ²		103.20 kg/cm ²	
e2		0.0006296		0.0006430		0.0006101		0.0006503		0.0006149	
MÓDULO ELÁSTICO		157,730 kg/cm ²		155,346 kg/cm ²		160,839 kg/cm ²		154,703 kg/cm ²		161,147 kg/cm ²	
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO				157,953 kg/cm ²							



		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.63 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL									
DATOS		PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA		318.00 kg/cm ²		314.00 kg/cm ²		318.00 kg/cm ²		316.00 kg/cm ²		320.00 kg/cm ²	
DIAMETRO		15.26 cm		15.20 cm		15.21 cm		15.21 cm		15.20 cm	
ÁREA		182.90 cm ²		181.46 cm ²		181.70 cm ²		181.70 cm ²		181.46 cm ²	
LONGITUD ANILLOS		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA		127.20 kg/cm ²		125.60 kg/cm ²		127.20 kg/cm ²		126.40 kg/cm ²		128.00 kg/cm ²	
CARGAS		ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA
1000		5.47	0.000244	5.52	0.000244	5.51	0.000269	5.51	0.000244	5.52	0.000244
2000		10.94	0.000659	11.03	0.000488	11.01	0.000683	11.01	0.000610	11.03	0.000659
3000		16.41	0.000805	16.54	0.000757	16.52	0.000927	16.52	0.000805	16.54	0.000781
4000		21.87	0.001074	22.05	0.001025	22.02	0.001196	22.02	0.001074	22.05	0.001049
5000		27.34	0.001318	27.56	0.001293	27.52	0.001464	27.52	0.001318	27.56	0.001318
10000		54.68	0.002879	55.11	0.002781	55.04	0.003049	55.04	0.002757	55.11	0.002976
15000		82.02	0.004537	82.67	0.004269	82.56	0.004537	82.56	0.004318	82.67	0.004659
20000		109.35	0.006220	110.22	0.005781	110.08	0.006122	110.08	0.005927	110.22	0.006342
25000		136.69	0.007927	137.78	0.007318	137.59	0.007805	137.59	0.007513	137.78	0.007927
30000		164.03	0.009708	165.33	0.009098	165.11	0.009586	165.11	0.009342	165.33	0.009879
S1		8.84426506 kg/cm ²		11.2757993 kg/cm ²		8.57884058 kg/cm ²		9.35699454 kg/cm ²		8.91893976 kg/cm ²	
e1		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500	
S2		127.20 kg/cm ²		125.60 kg/cm ²		127.20 kg/cm ²		126.40 kg/cm ²		128.00 kg/cm ²	
e2		0.0007334		0.0006639		0.0007169		0.0006868		0.0007365	
MÓDULO ELÁSTICO		173,175 kg/cm ²		186,235 kg/cm ²		177,860 kg/cm ²		183,803 kg/cm ²		173,473 kg/cm ²	
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO				178,909 kg/cm ²							

Tabla 58. Resultados módulo elástico del concreto con arena fluvial R a/c = 0,69

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 7 DÍAS - CANTERA FLUVIAL									
DATOS		PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA		213.00 kg/cm ²		212.00 kg/cm ²		212.00 kg/cm ²		216.00 kg/cm ²		212.00 kg/cm ²	
DIAMETRO		15.18 cm		15.25 cm		15.15 cm		15.08 cm		15.13 cm	
ÁREA		180.99 cm ²		182.66 cm ²		180.27 cm ²		178.61 cm ²		179.80 cm ²	
LONGITUD ANILLOS		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA		85.20 kg/cm ²		84.80 kg/cm ²		84.80 kg/cm ²		86.40 kg/cm ²		84.80 kg/cm ²	
CARGAS	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	
1000	5.53	0.000269	5.48	0.000293	5.55	0.000342	5.60	0.000318	5.57	0.000342	
2000	11.06	0.000513	10.95	0.000610	11.1	0.000635	11.20	0.000586	11.13	0.000635	
3000	16.58	0.000927	16.43	0.000952	16.65	0.001049	16.80	0.001000	16.69	0.001000	
4000	22.11	0.001269	21.90	0.001269	22.19	0.001391	22.40	0.001342	22.25	0.001293	
5000	27.63	0.001659	27.38	0.001635	27.74	0.001610	28.00	0.001635	27.81	0.001610	
10000	55.26	0.003366	54.75	0.003440	55.48	0.003415	55.99	0.003440	55.62	0.003513	
15000	82.88	0.005171	82.12	0.005269	83.21	0.005342	83.99	0.005366	83.43	0.005415	
20000	110.51	0.007488	109.50	0.007415	110.95	0.007513	111.98	0.007440	111.24	0.007561	
S1	10.7653689 kg/cm ²		9.05189274 kg/cm ²		8.54283276 kg/cm ²		9.40298507 kg/cm ²		8.56822526 kg/cm ²		
e1	0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		
S2	85.20 kg/cm ²		84.80 kg/cm ²		84.80 kg/cm ²		86.40 kg/cm ²		84.80 kg/cm ²		
e2	0.0005366		0.0005479		0.0005466		0.0005545		0.0005521		
MÓDULO ELÁSTICO	152,983 kg/cm ²		152,134 kg/cm ²		153,546 kg/cm ²		152,634 kg/cm ²		151,835 kg/cm ²		
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO			152,626 kg/cm ²								


		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO RELACIÓN A/C = 0.69 - 28 DÍAS - CANTERA FLUVIAL									
DATOS		PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		PROBETA 4		PROBETA 5	
RESISTENCIA		265.00 kg/cm ²		266.00 kg/cm ²		265.00 kg/cm ²		267.00 kg/cm ²		266.00 kg/cm ²	
DIAMETRO		15.27 cm		15.29 cm		15.16 cm		15.28 cm		15.08 cm	
ÁREA		183.14 cm ²		183.62 cm ²		180.51 cm ²		183.38 cm ²		178.61 cm ²	
LONGITUD ANILLOS		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm		20.50 cm	
40% RESISTENCIA		106.00 kg/cm ²		106.40 kg/cm ²		106.00 kg/cm ²		106.80 kg/cm ²		106.40 kg/cm ²	
CARGAS	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA	
1000	5.47	0.000244	5.45	0.000196	5.54	0.000196	5.46	0.000122	5.60	0.000220	
2000	10.93	0.000537	10.90	0.000488	11.08	0.000488	10.91	0.000415	11.20	0.000513	
3000	16.39	0.000805	16.34	0.000757	16.62	0.000781	16.36	0.000659	16.80	0.000781	
4000	21.85	0.001098	21.79	0.001000	22.16	0.001049	21.82	0.000927	22.40	0.001098	
5000	27.31	0.001391	27.24	0.001244	27.7	0.001318	27.27	0.001220	28.00	0.001342	
10000	54.61	0.002879	54.47	0.002879	55.4	0.002830	54.54	0.002805	55.99	0.002976	
15000	81.91	0.004464	81.70	0.004708	83.1	0.004659	81.80	0.004561	83.99	0.004879	
20000	109.21	0.006537	108.93	0.006513	110.8	0.006586	109.07	0.006391	111.98	0.006635	
25000	136.51	0.008293	136.16	0.008074	138.5	0.008440	136.33	0.008220	139.97	0.008415	
S1	10.2405119 kg/cm ²		11.1426766 kg/cm ²		11.3068942 kg/cm ²		12.8085656 kg/cm ²		10.9515358 kg/cm ²		
e1	0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		0.0000500		
S2	106.00 kg/cm ²		106.40 kg/cm ²		106.00 kg/cm ²		106.80 kg/cm ²		106.40 kg/cm ²		
e2	0.0006293		0.0006345		0.0006252		0.0006239		0.0006285		
MÓDULO ELÁSTICO	165,295 kg/cm ²		162,965 kg/cm ²		164,625 kg/cm ²		163,787 kg/cm ²		164,996 kg/cm ²		
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO			164,334 kg/cm ²								

Gráfico 26. Módulo elástico del concreto con arena cuarzosa y fluvial

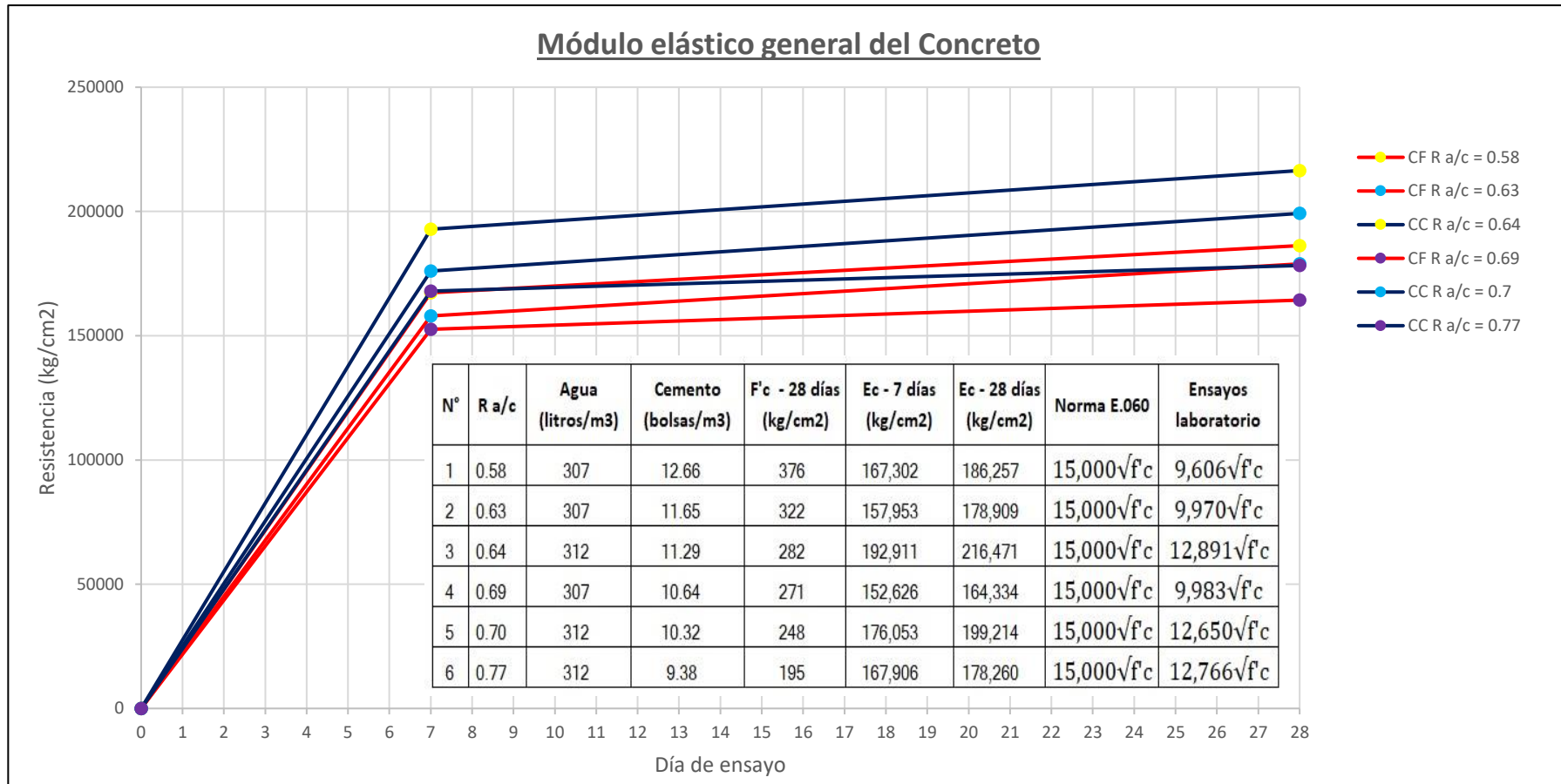


Gráfico 27. Módulo elástico del concreto con arena cuarzosa

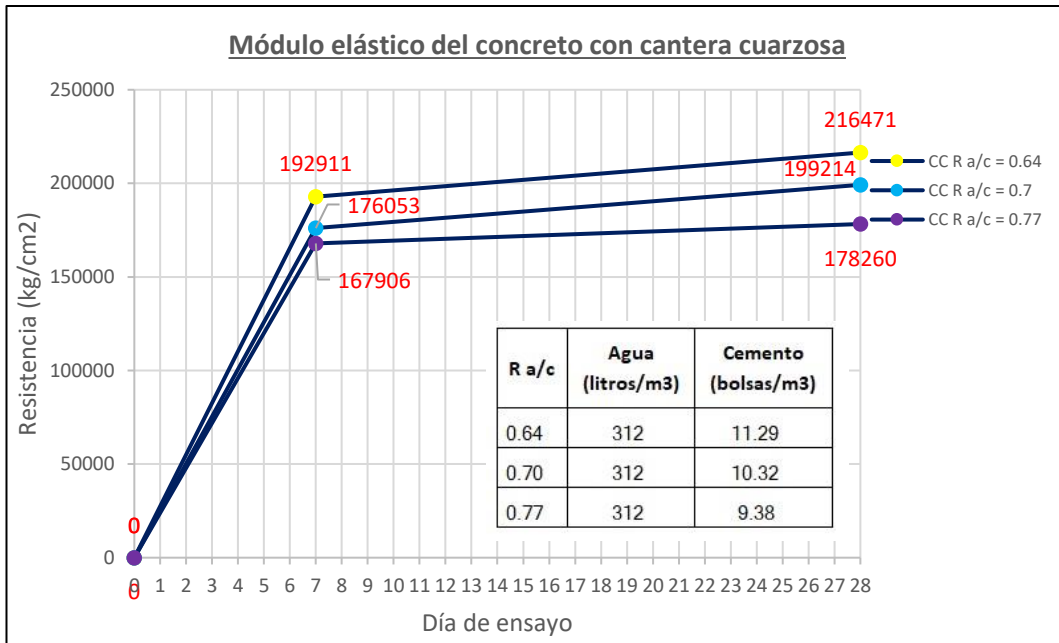
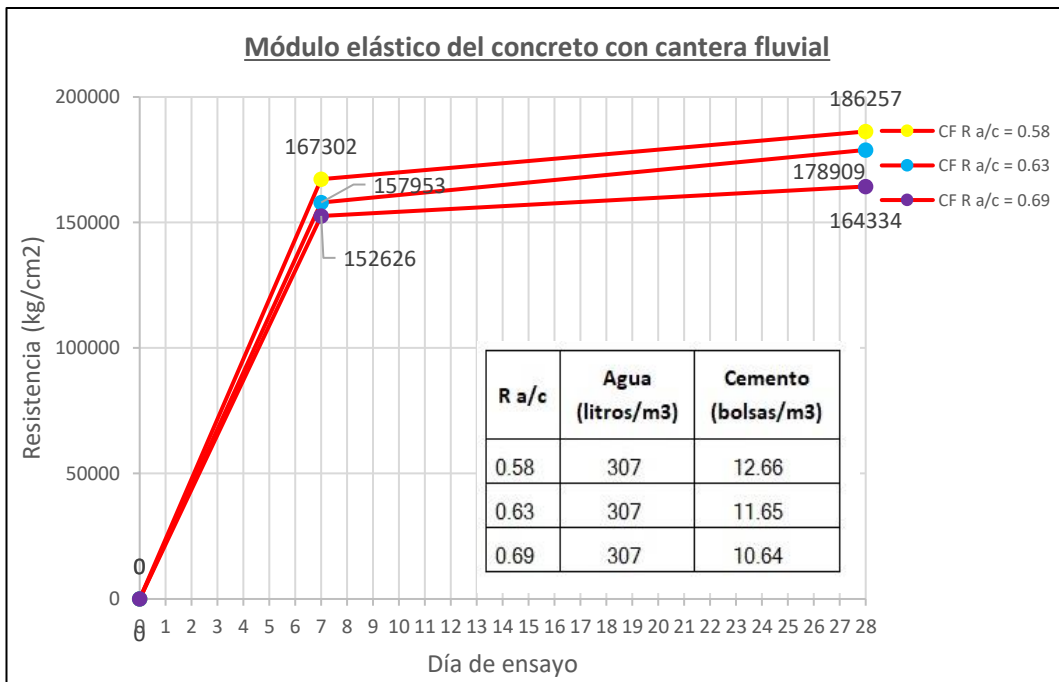


Gráfico 28. Módulo elástico del concreto con arena fluvial



4.10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.10.1 DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN

El grado de control de la calidad y uniformidad del concreto, este sujeto a las variaciones debidas a la calidad de los materiales, en el proceso de puesta en obra. Es por eso que la experiencia de laboratorio, encargada del control de la calidad del concreto, se expresan numéricamente en términos del coeficiente de variación y en la desviación estándar del laboratorio.

Desviación estándar (S):

Es la raíz cuadrada positiva de la varianza. La varianza mide la dispersión de los datos con respecto a la medida aritmética.

Para las condiciones indicadas en mi trabajo de investigación, la desviación estándar se calcula a partir de los resultados obtenidos, aplicando la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{(X1 - Xp)^2 + (X2 - Xp)^2 + \dots + (Xn - Xp)^2}{n - 1}}$$

Donde:

S = Desviación estándar.

n = Número de ensayos de la serie.

X1, X2, ..., Xn = Resultados de resistencia de muestras de ensayos individuales.

Xp = Promedio de todos los ensayos individuales de una serie.

Así mismo se presenta en la siguiente tabla las restricciones que se deberán de tomar en el caso de numero de muestreo un factor de corrección a la desviación estándar como establece la siguiente tabla:

Ensayos	Factor de corrección
15	1.16
20	1.08
25	1.08
30	1.03

Coeficiente de variación (V):

El coeficiente de variación viene a resultar la división entre la desviación estándar y la media aritmética de las muestras, el cual nos da un valor de confiabilidad del concreto, expresado en porcentaje. Para datos obtenidos en laboratorio los valores de “V” deben ser menores que 5%.

$$V = \frac{S * 100}{Xp}$$

Donde:

V = coeficiente de variación (%)

S = Desviación estándar

Xp = media aritmética

Los valores que relacionan el grado de control de calidad con el coeficiente de variación están dados en la siguiente tabla:

Se recomienda emplear la Norma de control de concreto para $f'c \leq 35$ MPa (ACI 214R-11)

DISPERSION ENTRE TESTIGOS					
Clase de operación	Coefficiente de variación para diferentes grados de control, %				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente
Control de concreto en campo	Inferior a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	Superior a 6.0
Control e concreto en laboratorio	Inferior a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	Superior a 5.0

Cuadro comparativo de las características del mortero

Se elaboraron unos cuadros comparativos con los valores de los morteros de similar relación agua/cemento, entre las canteras cuarzosas y fluviales, pudiendo ver como los materiales en conjunto (cemento, arena y agua), se mezclen produciendo un mortero con buenas propiedades en estado fresco y endurecido. Al mismo tiempo ver las pequeñas diferencias entre ambas arenas. Se hizo un último cuadro comparando dos diseños de mezcla con resistencia a la compresión similares, para ver el comportamiento de las arenas a ese nivel.

En el cuadro N° 57 también se muestra el factor utilizado en la norma para calcular las propiedades de tracción, flexión y módulo de elasticidad del concreto, para darse una idea de las variaciones que existen entre el concreto y el mortero.

Tabla 59. Comparación por relaciones agua-cemento similares

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
Cuadro comparativo de las características y propiedades del mortero, con arenas de cantera cuarzosa y fluvial.			
DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL MORTERO		
Cantera	Cuarzosa	Fluvial	
Relación agua/cemento	0.70	0.69	
Factor cemento	438.57 kg / 10.32 bolsas	452.17 kg / 10.64 bolsas	
Agua	307 litros	312 litros	
Asentamiento	5.00 pulgadas	4.92 pulgadas	
Aire atrapado - gravimétrico	5.66%	5.74%	
Aire atrapado - washintong	4.63%	5.17%	
Temperatura	33.97 °C	33.67 °C	
Peso unitario	2078 kg/m ³	2057 kg/m ³	
Rendimiento	0.0914 m ³ /bolsa	0.0886 m ³ /bolsa	
Exudación	2.44%	2.41%	
Resistencia a la compresión	248 kg/cm²	271 kg/cm²	
Resistencia a la tracción (Norma E.060)	22 kg/cm ²	23 kg/cm ²	
	Tr = 1.4 √f'c	Tr = 1.4 √f'c	
	Tr = 2 √f'c	Tr = 2 √f'c	
Resistencia a la flexión (Norma E.060)	40 kg/cm ²	36 kg/cm ²	
	Mr = 2.54 √f'c	Mr = 2.19 √f'c	
	Mr = 2 √f'c	Mr = 2 √f'c	
Módulo elástico (Norma E.060)	199214 kg/cm ²	164334 kg/cm ²	
	Ec = 12650 √f'c	Ec = 9983 √f'c	
	Ec = 15000 √f'c	Ec = 15000 √f'c	



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
 FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
 CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Cuadro comparativo de las características y propiedades del mortero, con arenas de cantera cuarzosa y fluvial.

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL MORTERO	
	Cuarzosa	Fluvial
Cantera	Cuarzosa	Fluvial
Relación agua/cemento	0.64	0.63
Factor cemento	479.69 kg / 11.29 bolsas	495.24 kg / 11.65 bolsas
Agua	307 litros	312 litros
Asentamiento	4.92 pulgadas	4.83 pulgadas
Aire atrapado - gravimétrico	5.74%	5.98%
Aire atrapado - washintong	4.72%	4.37%
Temperatura	32.83 °C	33.43 °C
Peso unitario	2084 kg/m ³	2069 kg/m ³
Rendimiento	0.0835 m ³ /bolsa	0.0807 m ³ /bolsa
Exudación	1.78%	0.66%
Resistencia a la compresión	282 kg/cm²	322 kg/cm²
Resistencia a la tracción (Norma E.060)	24 kg/cm ²	27 kg/cm ²
	Tr = 1.43 √f'c	Tr = 1.5 √f'c
	Tr = 2 √f'c	Tr = 2 √f'c
Resistencia a la flexión (Norma E.060)	45 kg/cm ²	42 kg/cm ²
	Mr = 2.68 √f'c	Mr = 2.34 √f'c
	Mr = 2 √f'c	Mr = 2 √f'c
Módulo elástico (Norma E.060)	216471 kg/cm ²	178909 kg/cm ²
	Ec = 12891 √f'c	Ec = 9970 √f'c
	Ec = 15000√f'c	Ec = 15000√f'c

Tabla 60. Comparación por resistencias a la compresión similares





	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
Cuadro comparativo de las características y propiedades del mortero, con arenas de cantera cuarzosa y fluvial.		
DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL MORTERO	
Cantera	Cuarzosa	Fluvial
Relación agua/cemento	0.64	0.69
Factor cemento	479.69 kg / 11.29 bolsas	452.17 kg / 10.64 bolsas
Agua	307 litros	312 litros
Asentamiento	4.92 pulgadas	4.92 pulgadas
Aire atrapado - gravimétrico	5.74%	5.74%
Aire atrapado - washintong	4.72%	5.17%
Temperatura	32.83 °C	33.67 °C
Peso unitario	2084 kg/m ³	2057 kg/m ³
Rendimiento	0.0835 m ³ /bolsa	0.0886 m ³ /bolsa
Exudación	1.78%	2.41%
Resistencia a la compresión	282 kg/cm²	271 kg/cm²
Resistencia a la tracción (Norma E.060)	24 kg/cm ²	23 kg/cm ²
	Tr = 1.43 √f'c	Tr = 1.4 √f'c
	Tr = 2 √f'c	Tr = 2 √f'c
Resistencia a la flexión (Norma E.060)	45 kg/cm ²	36 kg/cm ²
	Mr = 2.68 √f'c	Mr = 2.19 √f'c
	Mr = 2 √f'c	Mr = 2 √f'c
Módulo elástico (Norma E.060)	216471 kg/cm ²	164334 kg/cm ²
	Ec = 12891 √f'c	Ec = 9983 √f'c
	Ec = 15000√f'c	Ec = 15000√f'c

Tabla 61. Resumen de los ensayos de compresión, tracción y flexión del mortero con la desviación estándar y coeficiente de variación

		UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		Desviación estandar y coeficiente de variación para ensayos a compresión con cemento Pórtland tipo Ico.		
Relacion a/c	Edad (días)	F'c promedio (kg/cm2)	Desviación estandar (kg/cm2)	coeficiente de variación (%)
0.58	3	258	1.41	0.55
	7	312	1.00	0.32
	14	338	0.55	0.16
	21	356	1.87	0.53
	28	376	2.51	0.67
0.63	3	219	2.19	1.00
	7	264	5.55	2.11
	14	292	1.67	0.57
	21	310	2.07	0.67
	28	322	1.48	0.46
0.64	3	202	1.52	0.75
	7	233	1.67	0.72
	14	258	3.21	1.25
	21	271	1.58	0.58
	28	282	0.45	0.16
0.69	3	169	0.89	0.53
	7	212	0.84	0.40
	14	236	0.55	0.23
	21	252	1.52	0.60
	28	271	0.84	0.31
0.70	3	159	0.71	0.45
	7	198	2.59	1.31
	14	211	1.41	0.67
	21	231	1.79	0.78
	28	248	1.52	0.61
0.77	3	109	2.07	1.91
	7	151	4.64	3.07
	14	175	5.89	3.37
	21	187	4.04	2.17
	28	195	5.18	2.65

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	Desviación estandar y coeficiente de variación para ensayos a tracción con cemento Pórtland tipo Ico.			
Relacion a/c	Edad (días)	F'c promedio (kg/cm2)	Desviación estandar (kg/cm2)	coeficiente de variación (%)
0.58	7	24	0.55	2.33
	28	30	0.89	2.93
0.63	7	22	0.55	2.55
	28	27	0.55	2.07
0.64	7	21	0.55	2.67
	28	24	0.84	3.53
0.69	7	19	0.55	2.96
	28	23	0.45	1.97
0.70	7	18	0.55	2.99
	28	22	0.55	2.55
0.77	7	16	0.00	0.00
	28	20	0.55	2.70

	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	Desviación estandar y coeficiente de variación para ensayos a la flexión con cemento Pórtland tipo Ico.			
Relacion a/c	Edad (días)	F'c promedio (kg/cm2)	Desviación estandar (kg/cm2)	coeficiente de variación (%)
0.58	7	42	0.50	1.18
	28	50	0.58	1.17
0.63	7	36	0.96	2.65
	28	42	0.96	2.30
0.64	7	38	1.15	3.03
	28	45	1.00	2.25
0.69	7	28	0.58	2.11
	28	36	0.58	1.63
0.70	7	33	1.26	3.79
	28	40	0.00	0.00
0.77	7	27	0.96	3.52
	28	33	0.58	1.78

CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Tabla 62. Resumen de los ensayos químicos a los agregados

CARACTERISTICA	ESPECIFICACIONES			OBSERVACIONES
	NTP 400.037 / ASTM C-33 / CE.010	RESULTADOS TESIS		
		Arena Cuarzosa	Arena Fluvial	
Módulo de fineza	2.3 a 3.1	1.13	1.72	NO CUMPLEN
Salas solubles totales	1300 (máx.)	466.18	514.91	SI CUMPLEN
Sulfatos solubles	1000 (máx.)	361.15	404.89	SI CUMPLEN
Cloruros solubles	600 (máx.)	22.79	21.77	SI CUMPLEN
Impurezas orgánicas (ignición)	0.5 % (máx.)	0.06	0.80	NO CUMPLE FLUVIAL

NTP 400.037: La presente norma técnica peruana establece los requisitos de gradación (granulometría) y calidad de los agregados finos y gruesos para uso de concreto de peso normal.

Teniendo en consideración lo que indica la norma, nuestro agregado fino tanto cuarzosa, como fluvial están cumpliendo con algunos de los requisitos mínimos para ser empleados en concretos, la cual describiremos a continuación:

Arena Cuarzosa, su módulo de fineza, no está cumpliendo con los parámetros indicados en la NTP 400.037, considerando la tesis de David Dávila y Eric Vargas – 2006 y la tesis de Jessenia Mora y Víctor Da Silva – 2012, los agregados empleados tampoco cumplen con lo indicado en la normativa referida. Dato a tomar en consideración para futuras investigaciones. En las demás características mencionadas en el cuadro N° 62 la arena cuarzosa si está cumpliendo con los parámetros indicados en un 80% para ser utilizados en elaboraciones de concreto. Adicional a esto se tiene que tener en consideración los resultados del concreto en

estado endurecido, para una mejor valoración y comportamiento del agregado fino.

Arena Fluvial, su módulo de fineza, no está cumpliendo con los parámetros indicados en la NTP 400.037, a pesar de tener mayor módulo de fineza que la arena cuarzosa. Otro campo en la que este agregado fino no cumple, es la de impurezas orgánicas ya que la norma CE.010 indica que el valor máximo por método de ignición es de 0.5%, teniendo un 0.3% más materia orgánica en el agregado fino. Pero se insiste que se tiene que tener en consideración los resultados del concreto en estado endurecido, para una mejor valoración y comportamiento del agregado fino. En las demás características mencionadas en el cuadro N° 62. La arena fluvial si está cumpliendo con los parámetros indicados, en un 60% para ser utilizados en elaboraciones de concreto.

CONCLUSIONES

Tabla 63. Resumen de ensayos realizados al agregado fino

ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS	CANTERA CUARZOSA	CANTERA FLUVIAL
MODULO DE FINEZA	1.13	1.72
SUPERFICIE ESPECIFICA (cm ² /gr)	74.62	67.77
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1,516	1,396
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1,749	1,548
PESO ESPECIFICO APARENTE (cc)	2.66	2.71
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (cc)	2.64	2.64
PESO ESPECÍFICO DE MASA SECA (cc)	2.63	2.60
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.37	1.54
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.09	1.36

A. AGREGADOS FINOS

Teniendo en consideración la normativa peruana estos valores no cumplen con el valor mínimo requerido para ser utilizados en concretos y/o morteros estructurales.

La superficie especifica de ambas arenas presentan valores altos, evidenciando que, al momento de hacer los diseños de mezcla, estas arenas necesitaran de mayor pasta para cubrir el área superficial, y que los asentamientos del diseño tienen que ser los óptimos, porque a mayor superficie especifica menor va ser la consistencia de la mezcla. También estos valores altos indican que los granos de estas arenas son de menores diámetros.

Los pesos unitarios sueltos y compactados, como también la gravedad específica, presentan valores que están dentro de los rangos establecidos para un agregado fino (arenas).

Los valores de la absorción están dentro de los rangos establecidos para un agregado fino, pero también indican que, a mayor absorción, más es el uso de agua en la mezcla para obtener el asentamiento necesario u óptimo.

A los agregados utilizados para la elaboración del mortero, se hicieron los análisis químicos de pH, materia orgánica (método por ignición), cloruros, sulfatos y sales totales, en el caso de las arenas cuarzosas los ensayos

están dentro del parámetros permitidos para ser usados en la preparación de concretos y morteros, solo en los valores de los sulfatos, la norma nos indicaría utilizar un cemento tipo II o tipo I mejorados (IPM, Ico, etc.) para contrarrestar el porcentaje de sulfatos encontrados en la arena cuarzosa. Por otro lado las arenas fluviales también están dentro de los parámetros permitidos para ser usados en la preparación de concreto y morteros, en este caso los valores de sulfatos y materia orgánica están más altos a comparación de la arena cuarzosa, generando la recomendación del tipo de cemento a usar por los sulfatos y en el caso de la materia orgánica este alto valor genero un mayor consumo de agua por metro cubico en los diseños a comparación de la arena cuarzosa, y también debería afectar a la durabilidad del concreto o mortero, cosa que en esta investigación no se realizó por no contar con los materiales necesarios para dicha pruebas.

Tabla 64. Resumen de ensayos al concreto fresco

ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO	CANTERA CUARZOSA			CANTERA FLUVIAL		
	0.64	0.70	0.77	0.58	0.63	0.69
PESO UNITARIO (kg/m ³)	2084	2078	2043	2081	2069	2057
RENDIMIENTO (m ³ /bolsa)	0.0835	0.0914	0.102	0.074	0.0807	0.0886
CONTENIDO DE AIRE (%)	5.74	5.66	4.35	6.32	5.98	5.74
CONTENIDO DE AIRE - OLLA WASHINGTON (%)	4.72	4.63	5.12	4.35	4.37	5.17
SLUMP (Pulgadas)	4.92	5.00	4.50	4.17	4.83	4.92
TEMPERATURA (°C)	32.83	33.97	33.23	32.07	33.47	33.67
EXUDACIÓN (%)	1.78	2.44	6.88	0.27	0.66	2.41

B. CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

Los valores del peso unitario del mortero son inferiores a los que se obtiene de un concreto normal, y se observa que a medida que la relación agua/cemento aumenta, el valor del peso unitario disminuye.

El rendimiento del mortero con la arena fluvial tiene valores menores a las de las canteras cuarzosas comparándolas con las relaciones agua-cemento similares y que a mayor relación agua/cemento los rendimientos aumentan su valor. Pero cuando comparamos a nivel resistencia a la compresión de los morteros con valores similares, el valor del rendimiento es mayor con la cantera fluvial.

Los valores del contenido de aire (método gravimétrico) nos indican que el contenido de aire es mayor en el mortero con arena de cantera fluvial y que en ambos morteros a mayor relación agua/cemento menor es el porcentaje de aire atrapado. Pero cuando comparamos a nivel resistencia a la compresión de los morteros con valores similares, el valor del contenido de aire gravimétrico es igual.

El contenido de aire (método Washington) los valores nos indican que el contenido de aire es similar en ambos morteros y que a mayor relación agua/cemento mayor es el porcentaje de aire atrapado.

El valor del slump o asentamiento se pre dimensionó en el diseño de mezcla de 3" a 5", con valores de cantidad de agua por m³ de (307 lts. con arena de cantera cuarzosa y 312 lts. con arena de cantera fluvial), para las tres relaciones agua/cemento, obteniendo el resultado deseado en cada diseño de mezcla.

El mortero con ambas arenas y en sus diferentes relaciones agua/cemento, pasaron el valor máximo que indica el reglamento peruano. A pesar que las condiciones ambientales para la preparación del mortero estaban garantizados, como usar agua potable a una temperatura de 25 °C y en horas de la tarde entre las 4 pm. y 6 pm. Con una temperatura ambiente de 30 °C a 32 °C.

Con los valores de exudación decimos que el mortero con arena de cantera cuarzosa tiene mayor porcentaje de exudación y que en ambos morteros a mayor relación agua/cemento su porcentaje de exudación es mayor.

Tabla 65. Resumen de ensayos realizados al concreto endurecido

ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO	CANTERA CUARZOSA			CANTERA FLUVIAL		
	0.64	0.70	0.77	0.58	0.63	0.69
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²) - 28 días	282	248	195	376	322	271
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (kg/cm ²) - 28 días	24	22	20	30	27	23
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm ²) - 28 días	45	40	33	50	42	36
MÓDULO DE ELASTICIDAD (kg/cm ²) - 28 días	216,471	199,214	178,260	186,257	178,909	164,334

C. CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.

En los morteros elaborados se confirma que a mayor cantidad de bolsas de cemento y a mayor valor de la relación agua/cemento el resultado de la resistencia a la compresión, tracción y flexión es mayor.

Los resultados nos indican que con ambas canteras de arena y el cemento Inka tipo Ico, se llegaron a los valores deseados y también se confirma que la resistencia a la tracción está en función de la resistencia a la compresión. Se observa que los valores de la resistencia a la flexión y modulo elástico, donde la relación agua/cemento son similares el mortero elaborado con la cantera cuarzosa es mayor a la elaborada con la cantera fluvial. Pero aun cuando comparamos a nivel resistencia a la compresión de los morteros con valores similares, el valor de la resistencia a la tracción, flexión y modulo elástico es mayor con la cantera cuarzosa.

RECOMENDACIONES.

- a) Investigar más el comportamiento y las propiedades del mortero con los agregados de la ciudad Iquitos. Ya que la ciudad de Iquitos carece de piedra para elaborar concreto, y las empresas que elaboran concreto aquí, su costo de producción es muy alto, por lo que se considera que no es accesible a las personas y/o pequeñas empresas.

- b) Realizar mayores investigaciones al mortero, para que los profesionales de la carrera de ingeniería civil, usen datos más reales para sus diseños de edificaciones con las características del mortero. Y que la difusión en la universidad hacia los docentes y alumnos en especial a las carreras afines a la construcción, tengan el conocimiento y acceso a estos resultados como guía en su vida estudiantil y hasta en los inicios de su vida profesional.

- c) Utilizar las arenas con mayor módulo de fineza, lo que es un indicativo que tiene menor cantidad de finos en la malla N° 200 y por ende permite menor consumo de agua y cemento.

- d) Usar los pasos seguidos en esta investigación, ya que demuestra la exactitud y fidelidad para con los resultados de dosificaciones en obra.

- e) Tener mucho cuidado con la cantidad de agua a utilizar por metro cubico, ya que a mayor cantidad de agua la exudación del mortero es más alto, pudiendo generar segregaciones. Con respeto al mortero en condiciones plásticas se recomienda usar un asentamiento de 3 a 5 pulgadas. Los rangos de agua a utilizar dependen del F'c de diseño y su asentamiento, pero un rango máximo debería ser de 310 lts. de agua por metro cubico de mortero. Otro referente para el control del agua en el mortero es la cantidad de materia orgánica que tenga, ya que a mayores valores mayor consumo de agua, así que recomendaría utilizar agregados con valores inferiores al 0.5%, de no poder cumplir con este requisito redondearía que se haga

ensayos de durabilidad al concreto o mortero elaborado, ya que la materia orgánica influye mucho en esa propiedad del mortero.

- f) Con respecto a los sulfatos encontrados en las arenas, usar cemento tipo I mejorados (IPM, Ico, GU, HMR) que es el más comercial en la ciudad de Iquitos.

- g) Otro aspecto a tener en cuenta es la temperatura del mortero, en el caso particular, la ciudad de Iquitos es una de las más calurosas, haciendo que la temperatura mínima del mortero llegue a 32 °C, no cumpliendo con un requisito de la norma, por lo que se recomiendan 2 opciones:
 - Realizar los vaciados masivos de mortero en obra, en horas de la mañana en donde la temperatura ambiente es más baja.
 - Utilizar agua helada o cubos de hielo para bajar la temperatura del mortero (sugerido por normativa).

- h) Para la elaboración de probetas de mortero, utilizar los moldes de 4" de diámetro, a comparación de los de 6", ya que permite una mejor trabajabilidad y cuidado al momento de trasladar las probetas de un lugar a otro. Y con respecto a la resistencia a la compresión las probetas de 4" tienen un incremento de resistencia de entre 10 a 15 kg/cm² mayor que las probetas de 6".

BIBLIOGRAFIA

1. **Davila, David y Vargas , Erick José.** *evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento arena utilizando agregado fino de la cantera Bocanegra del sector de Peña Negra, Distrito de San Juna Bautista. .* Iquitos : s.n., 2006.
2. **Mora, Dely Jessenia y Da silva, victor.** *Estudio comparativo del concreto cemento - arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno empleado cemento argos tipo Ico plus + .* 2012.
3. **Wikipedia enciclopedia libre.** Iquitos. [En línea] 16 de Enero de 2020. <https://es.wikipedia.org/wiki/Iquitos>.
4. **López, Enrique Rivva.** *Naturaleza y materiales del concreto.* Lima : Capitulo peruano ACI, 2000.
5. **Cementos Inka.** *Hoja de datos de seguridad del cemento portland tipo ICo.* Lima, Lurigancho, Chosica, Perú : s.n., Agosto de 2017.
6. —. *Certificado de calidad cemento portland tipo ICo.* Lima, Lurigancho, Chosica, Perú : s.n., Agosto de 2017.
7. **López, Enrique Rivva.** *Control de concreto en obra.* Lima : Capitulo peruano ACI, 2004.
8. **López, Gerardo Antonio Rivera.** *Concreto simple.* Popayan, colombia : Universidad del Cauca, 2010.
9. **Vilca, Miguel Justiniano Díaz.** *Correlación entre la porosidad y la resistencia del concreto .* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2010.
10. **Rodríguez, Abraham Polanco.** *Manual de prácticas de laboratorio de concreto.* Chihuahua, Mexico : Universidad autónoma de Chihuahua.
11. **Villanueva, Garcia.** *Tecnología del concreto.* Lima : Universidad Privada del Norte, 2014.
12. **López, Libia Gutiérrez de.** *El concreto y otros materiales para la construcción .* Manizales, Colombia : Universidad Nacional de colombia, sede Manizales, 2003.
13. **Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.** Determinación del contenido orgánico de un suelo mediante el ensayo de pérdida por ignición. [En línea] 8 de Setiembre de 2020. <https://es.scribd.com/document/401477717/Materia-organica-Por-Ignicion>.

14. **Vargas, Humberto Alejandro Girón.** Ataque por cloruros en el concreto . [En línea] 5 de Setiembre de 2020.
<http://www.imcyc.com/revista/1998/oct/ataque.htm#:~:text=El%20efecto%20directo%20m%C3%A1s%20nocivo,por%20los%20cristales%20de%20sal..>
15. **360 en concreto.com.** Lo que debes saber sobre el ataque de sulfato en el concreto. [En línea] 05 de Setiembre de 2020.
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ataque-de-sulfato-en-el-concreto.>
16. **CHLOR*RID inc. internacional.** Sales 101. [En línea] 6 de Setiembre de 2020.
http://chlor-rid.com/spanish/links/Salts101_Spanish.pdf.
17. **Civilgeeks ingeniería y construcción.com.** Discrepancias con el rendimiento del concreto. [En línea] 10 de Marzo de 2020.
<https://civilgeeks.com/2011/03/06/discrepancias-con-el-rendimiento-del-concreto.>
18. **Imcyc.com.** Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión. [En línea] 9 de setiembre de 2020.
<http://www.imcyc.com/revistacyt/abril2013/problemas.pdf>.
19. **Ingeniero de caminos.com.** Exudación del hormigón . [En línea] 15 de Marzo de 2020. <https://ingeniero-de-caminos.com/exudacion-del-hormigon/>.
20. **Civilgeeks ingeniería y construcción.com.** Prueba de resistencia a la compresión del concreto. [En línea] 2 de Junio de 2020.
<https://civilgeeks.com/2017/08/24/prueba-resistencia-la-compresion-del-concreto/>.
21. —. La resistencia a la tracción del concreto. [En línea] 8 de Julio de 2020.
<https://civilgeeks.com/2011/12/10/la-resistencia-a-la-traccin-del-concreto/>.
22. **Civilgeeks ingeniería y construcción.com .** La resistencia a la flexión del concreto. [En línea] 22 de Julio de 2020.
<https://civilgeeks.com/2011/03/18/resistencia-a-la-flexion-del-concreto/>.
23. **Concreto y construcción.com.** El módulo de elasticidad del concreto y su importancia. [En línea] 24 de Julio de 2020.
[https://concretosyconstruccion.blogspot.com/2019/10/el-modulo-de-modulo-de-elasticidad-del.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed:+ConcretoYConstruccion+\(Concreto+y+Construccion\)&m=1](https://concretosyconstruccion.blogspot.com/2019/10/el-modulo-de-modulo-de-elasticidad-del.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed:+ConcretoYConstruccion+(Concreto+y+Construccion)&m=1).
24. **20 ejemplos.com.** pH de sustancias. [En línea] 6 de Setiembre de 2020.
<https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-del-ph-de-sustancias/>.

25. **slideshare.com**. Ataque químico al concreto. [En línea] 6 de Setiembre de 2020. <https://es.slideshare.net/alejandrocaceres9480/ataque-quimico-al-concreto>.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO-ARENA): CON ARENA DE CANTERA FLUVIAL – COMUNIDAD ASTORIA Y CON ARENA DE CANTERA CUARZOSA – COMUNIDAD VARILLAL EN LA CIUDAD DE IQUITOS.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables
<p>General: ¿Existe diferencia entre las propiedades del concreto (cimento-arena) con arenas de cantera cuarzosa - Varillal y con arenas de canteras fluviales - comunidad Astoria, en la ciudad de Iquitos?</p>	<p>General: Determinar las propiedades y sus diferencias del concreto (cimento-arena) con arena de cantera cuarzosa - Varillal y arena de canteras fluviales - comunidad Astoria, en la ciudad de Iquitos, año 2016.</p>	<p>Las propiedades del concreto (cimento-arena) con arena cuarzosa, sí varían respecto a los concretos (cimento-arena) con arena de canteras fluviales.</p>	<p>Arena de cantera fluvial. Arena de cantera cuarzosa</p>
<p>¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas del concreto (cimento-arena) con arena de cantera cuarzosa?</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas del concreto (cimento-arena) con arena de cantera fluvial?</p> <p>¿Cuál es la diferencia entre propiedades del concreto (cimento-arena) con arena de cantera cuarzosa y arena de cantera fluvial?</p> <p>¿Cuáles son los costos de producción de concreto (cimento-arena) con arena de cantera cuarzosa y arena de cantera fluvial?</p> <p>¿Qué componentes mecánicos y químicos presentan los dos tipos de agregados para la elaboración del concreto (cimento-arena)?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar las propiedades físico-mecánicas del concreto (cimento-arena) con arena de cantera cuarzosa – comunidad Varillal. 2. Analizar las propiedades físico-mecánicas del concreto (cimento-arena) con arena de cantera fluvial – comunidad Astoria. 3. Establecer diferencias entre las propiedades del mortero con arena de cantera cuarzosa y mortero con arena de cantera fluvial. 4. Cuantificar el costo del mortero elaborado con arena de cantera cuarzosa y arena de cantera fluvial. 5. Identificar y evaluar las características mecánicas y químicas de las arenas cuarzosas y arenas fluviales. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los costos de producción del concreto (cimento-arena) con arena de canteras fluviales son mayores que del mortero con arena de cantera de peña. ➤ La cantidad de materiales si varía para la producción del concreto (cimento-arena) con arena fluvial y arena cuarzosa. <p>Las propiedades del concreto (cimento-arena) con arena de cantera de peña son diferentes a los concretos (cimento-arena) con arena de cantera fluvial.</p>	<p>Propiedades físico –mecánico de concreto (cimento arena)</p>