



UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS

**“ANALISIS COMPARATIVO DEL USO DE MOLDES DE PLÁSTICO
SELLADOS Y MOLDES DE ACERO SIN SELLAR EN CONCRETO
CEMENTO-ARENA, IQUITOS 2021”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES: LÓPEZ CÓRDOVA, Luis Alonzo

LOZANO SIFUENTES, Yennfar Gianelly

ASESOR: Ing. KEUSON SALDAÑA FERREYRA, Mg.

Región LORETO, Perú

2021


Ing. Keuson Saldaña Ferreyra
Ingeniero Civil
Reg. CIP N° 167191

DEDICATORIA

A nuestros padres quienes nos dieron vida, educación, apoyo y consejos.
A mis hermanos, compañeros de estudio, y amigos, quienes me dieron ánimo en todo momento para culminar con éxito la presente tesis.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios ante todo por darnos la vida y fuerza necesaria para culminar la presente tesis, a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil por su vocación de enseñanza y transmitir valores a lo largo de toda la etapa de pregrado y a mi casa de estudios Universidad Científica del Perú, por habernos formado a ser unos grandes profesionales.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE TESIS

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:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MOLDES DE PLÁSTICO SELLADOS Y
MOLDES DE ACERO SIN SELLAR EN CONCRETO CEMENTO-ARENA, IQUITOS
2021”**

De los alumnos: **LÓPEZ CÓRDOVA LUIS ALONZO Y LOZANO SIFUENTES
YENNFAR GIANELLY**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó
satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje
de **11% de plagio**.

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

San Juan, 23 de Enero del 2022.




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

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERIA_2021_TESIS_LuisLopez_YennfarLozano_V1.pdf (D125419005)
Submitted	2022-01-18T18:48:00.0000000
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	11%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERIA_2019_TSP_TATIANAPEREZ_VF.docx</p> <p>Document UCP_INGENIERIA_2019_TSP_TATIANAPEREZ_VF.docx (D54945616)</p> <p>Submitted by: jheyvinperez@gmail.com</p> <p>Receiver: uirigoin.ucp@analysis.orkund.com</p>		1
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERIA_2021_TESIS_DannyTrujillo_V1.pdf</p> <p>Document UCP_INGENIERIA_2021_TESIS_DannyTrujillo_V1.pdf (D125419004)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p> <p>Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>		8
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_IngenieríaCivil_2021_Tesis_Jose_Pinedo_V1.pdf</p> <p>Document UCP_IngenieríaCivil_2021_Tesis_Jose_Pinedo_V1.pdf (D117878837)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p> <p>Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>		1
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_ingenieriacivil_2021_Tesis_Luis_Paucarpoma_V1.pdf</p> <p>Document UCP_ingenieriacivil_2021_Tesis_Luis_Paucarpoma_V1.pdf (D110246883)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p> <p>Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>		3
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍA_2019_TSP_KIARATUANAMA_VF.pdf</p> <p>Document UCP_INGENIERÍA_2019_TSP_KIARATUANAMA_VF.pdf (D56628668)</p> <p>Submitted by: kimatusa23@gmail.com</p> <p>Receiver: uirigoin.ucp@analysis.orkund.com</p>		1
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_IngenieríaCivil_2021_TSP_ChristianCoriat_StefanyÁlvares_V1.pdf</p> <p>Document UCP_IngenieríaCivil_2021_TSP_ChristianCoriat_StefanyÁlvares_V1.pdf (D110020978)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p> <p>Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>		3
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_INGCIVIL_2021_TESIS_JEANGONZALES_ALCIDES HUANSI_V1.pdf</p> <p>Document UCP_INGCIVIL_2021_TESIS_JEANGONZALES_ALCIDES HUANSI_V1.pdf (D121970379)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p> <p>Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>		1
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_Ing.Civil_2021_Tesis_Kathylrigoin_MiguelRodriguez_V1.pdf</p> <p>Document UCP_Ing.Civil_2021_Tesis_Kathylrigoin_MiguelRodriguez_V1.pdf (D113390440)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p>		5

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°118-2021-UCP-FCEI de fecha 09 de marzo del 2021, 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:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg.**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 10:00 horas del día 19 de febrero 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: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MOLDES DE PLÁSTICO SELLADOS Y MOLDES DE ACERO SIN SELLAR EN CONCRETO CEMENTO-ARENA, IQUITOS 2021”**.

Presentado por los sustentantes:

**YENNFAR GIANELLY LOZANO SIFUENTES
y LUIS ALONZO LÓPEZ CÓRDOVA**

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 MAYORIA**

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



Presidente



Miembro



Miembro

HOJA DE APROBACIÓN

APROBACIÓN



PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M.Sc.



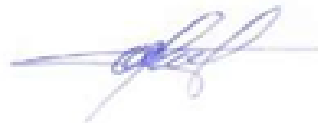
MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M.Sc.



MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.



ASESOR

Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	III
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE TESIS.....	IV
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS	V
HOJA DE APROBACIÓN.....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VII
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE GRÁFICOS	XIV
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT	XVIII
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes del estudio	1
1.2. Áreas y líneas de investigación.....	3
1.3. Bases teóricas.....	3
1.3.1. Concreto	3
1.3.2. Cemento.....	4
1.3.3. Agregados	7
1.3.4. Agregado fino.....	8
1.3.5. Propiedades del concreto en estado fresco.....	19
1.3.6. Propiedades del concreto en estado endurecido	25

1.4.	Definición de términos básicos.....	27
1.4.1.	Concreto cemento-arena.....	27
1.4.2.	Relación agua-cemento.....	27
1.4.3.	Relación agua-cemento.....	28

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 29

2.1.	Descripción del problema.....	29
2.2.	Formulación del problema.....	29
2.2.1.	Problema general.....	29
2.2.2.	Problemas específicos.....	30
2.3.	Objetivos.....	30
2.3.1.	Objetivo general.....	30
2.3.2.	Objetivos específicos.....	30
2.4.	Hipótesis.....	30
2.4.1.	Hipótesis general.....	30
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	31
2.5.	Variables.....	31
2.5.1.	Identificación de variables.....	31
2.5.2.	Definición conceptual y operacional de las variables.....	31
2.5.3.	Operacionalización de las variables.....	32

CAPITULO III: METODOLOGÍA..... 33

3.1.	Tipo y diseño de investigación.....	33
3.2.	Población y muestra.....	34

3.3.	Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.	34
3.4.	Procesamiento y análisis de datos.	35
CAPITULO IV: RESULTADOS		36
4.1.	Resultados de los ensayos del agregado fino.....	36
a.	Peso unitario	36
c.	Peso específico	37
d.	Granulometría De Agregado fino	37
e.	Módulo de fineza	40
f.	Superficie Específica.....	40
g.	Material que pasa el tamiz N° 200	41
4.2.	Diseños de mezcla de los concretos	42
4.3.	Propiedades del Concreto Fresco.....	46
4.4.	Propiedades del Concreto Endurecido	46
4.5.	Ensayos de la resistencia a la compresión	47
4.6.	Resumen y análisis de los resultados.....	56
CAPITULO V. Discusión, conclusiones y recomendaciones.....		68
DISCUSIÓN.....		68
CONCLUSIÓN		73
Conclusión general		74
Conclusiones específicas.....		74
RECOMENDACIÓN		75

Recomendación general	75
Conclusiones específicas.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Propiedades del cemento APU tipo GU	6
Tabla 2 Operalinización de las variables	32
Tabla 3 Peso unitario suelto del agregado fino	36
Tabla 4 Peso unitario compactado del agregado fino	36
Tabla 5 Peso específico y absorción del agregado fino	37
Tabla 6 Análisis granulométrico del agregado fino – muestra n°01	37
Tabla 7 Análisis granulométrico del agregado fino – muestra n°02	38
Tabla 8 Análisis granulométrico del agregado fino – muestra n°03	39
Tabla 9 Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino	41
Tabla 10 Tabla resumen de Agregado Fino	42
Tabla 11 Diseños de mezcla	42
Tabla 12 Diseño de mezcla - relación a/c = 0.77 – relaciones del peso y volumen absoluto	43
Tabla 13 Diseño de mezcla - relación a/c = 0.67 – relaciones del peso y volumen absoluto	44
Tabla 14 Diseño de mezcla - relación a/c = 0.57 – relaciones del peso y volumen absoluto	45
Tabla 15 Resultados de los ensayos de las mezclas en estado fresco	46
Tabla 16 Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.77, diámetro 10 cm, moldes de acero (permeables)	47
Tabla 17 Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.77, diámetro 10 cm, moldes de plástico (impermeables)	48
Tabla 18 Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.67, diámetro 10 cm, moldes de acero (permeables)	49

Tabla 19	Resultados de los ensayos a la compresión, relación $a/c=0.67$, diámetro 10 cm, moldes de plástico (impermeables)	50
Tabla 20	Resultados de los ensayos a la compresión, relación $a/c=0.57$, diámetro 10 cm, moldes de acero (permeables)	51
Tabla 21	Resultados de los ensayos a la compresión, relación $a/c=0.57$, diámetro 10 cm, moldes de plástico (impermeables)	52
Tabla 22	Resultados de los ensayos a la compresión, relación $a/c=0.77$, diámetro 15 cm, moldes de acero (permeables)	53
Tabla 23	Resultados de los ensayos a la compresión, relación $a/c=0.77$, diámetro 15 cm, moldes de plástico (impermeables)	53
Tabla 24	Resultados de los ensayos a la compresión, relación $a/c=0.67$, diámetro 15 cm, moldes de acero (permeables)	54
Tabla 25	Resultados de los ensayos a la compresión, relación $a/c=0.67$, diámetro 15 cm, moldes de plástico (impermeables)	54
Tabla 26	Resultados de los ensayos a la compresión, relación $a/c=0.57$, diámetro 15 cm, moldes de acero (permeables)	55
Tabla 27	Resultados de los ensayos a la compresión, relación $a/c=0.57$, diámetro 15 cm, moldes de plástico (impermeables)	55
Tabla 28	Resumen de los resultados de los ensayos a la compresión, diámetro 10 cm	56
Tabla 29	Aumento de la resistencia a la compresión durante 28 días en los moldes de acero (permeables) con respecto a los moldes de plástico (impermeables), diámetro 10 cm	56
Tabla 30	Resumen de los resultados de los ensayos a la compresión, diámetro 15 cm	56

Tabla 31	Aumento de la resistencia a la compresión durante 28 días en los moldes de acero (permeables) con respecto a los moldes de plástico (impermeables), diámetro 15 cm	57
Tabla 32	Aumento de la resistencia a la compresión durante 28 días en los moldes de 10 cm de diámetro con respecto a los moldes de 15 cm de diámetro	57
Tabla 33	Porcentaje de progresión de la resistencia a la compresión durante 28 días, diámetro 10 cm.....	57
Tabla 34	Porcentaje de progresión de la resistencia a la compresión durante 28 días, diámetro 15 cm.....	58
Tabla 35	Resumen de coeficientes de variación, diámetro 10 cm.....	58
Tabla 36	Resumen de coeficientes de variación, diámetro 15 cm.....	58

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Curva granulométrica del agregado fino – muestra n°01	38
Gráfico 2	Curva granulométrica del agregado fino – muestra n°02	39
Gráfico 3	Curva granulométrica del agregado fino – muestra n°03	40
Gráfico 5	Composición por peso de un metro cúbico de la mezcla - relación $a/c = 0.77$	43
Gráfico 5	Composición por volumen de un metro cúbico de la mezcla - relación $a/c = 0.77$	43
Gráfico 7	Composición por peso de un metro cúbico de la mezcla - relación $a/c = 0.67$	44
Gráfico 7	Composición por volumen de un metro cúbico de la mezcla - relación $a/c = 0.67$	44
Gráfico 9	Composición por peso de un metro cúbico de la mezcla - relación $a/c = 0.57$	45
Gráfico 9	Composición por volumen de un metro cúbico de la mezcla - relación $a/c = 0.57$	45
Gráfico 10	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, moldes de acero (permeables), diámetro 10 cm	59
Gráfico 11	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, moldes de plástico (impermeables), diámetro 10 cm	59
Gráfico 12	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.77$, diámetro 10 cm	60
Gráfico 13	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.67$, diámetro 10 cm	60

Gráfico 14	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.57, diámetro 10 cm	61
Gráfico 15	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, moldes de acero (permeables), diámetro 15 cm	61
Gráfico 16	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, moldes de acero (impermeables), diámetro 15 cm	62
Gráfico 17	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.77, diámetro 15 cm	62
Gráfico 18	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.67, diámetro 15 cm	63
Gráfico 19	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.57, diámetro 15 cm	63
Gráfico 20	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.77, moldes de acero (permeables)	64
Gráfico 21	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.77, moldes de plástico (impermeables)	64
Gráfico 22	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.67, moldes de acero (permeables)	65
Gráfico 23	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.67, moldes de plástico (impermeables)	65
Gráfico 24	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.57, moldes de acero (permeables)	66
Gráfico 25	Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.57, moldes de plástico (impermeables)	66

Gráfico 26 Resistencia a la compresión vs relación agua-cemento, moldes de 10 cm de diámetro	67
Gráfico 27 Resistencia a la compresión vs relación agua-cemento, moldes de 10 cm de diámetro	67

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se abordó la problemática de incumplimiento del estándar del proceso de curado de los testigos de concreto en las obras. En específico se trata de una práctica de preparación de las probetas dentro de los moldes de acero sin debido sellado que prevenga la fuga del agua de exudación. El presente trabajo se concentra en esta problemática a nivel de la región Loreto, usando concreto cemento-arena, un material que consiste en la mezcla de cemento, agregado fino de la zona y agua. No se usa el agregado grueso, que es una práctica muy común en la región.

Norma ASTM C31 indica en el punto 4.1 que los moldes para la elaboración de testigos deben ser impermeables para prevenir la fuga del agua de la mezcla. En caso de los moldes de acero estándar deben llevar un tipo de sellante en las juntas para este fin, lo que en la práctica en Loreto no se lleva a cabo.

La investigación consistió en elaboración de tres mezclas. De cada mezcla se preparó los testigos del concreto en moldes de plástico completamente impermeables y junto con ellos se elaboró testigos en moldes permeables de acero sin ningún tipo de sellado.

Los resultados arrojaron una mayor resistencia a la compresión en las muestras hechas en moldes de acero permeables.

Se concluyó que la fabricación de testigos en los moldes que presentan algún grado de permeabilidad aumentan los resultados de los ensayos de la resistencia a la compresión.

Palabras clave: moldes del concreto, elaboración de testigos del concreto, resistencia a la compresión

ABSTRACT

This research work addressed the problem of Non-compliance with the standard of the curing process of the witnesses of concrete in the Works. Specifically, it is a practice of preparing the specimens inside the steel molds without proper sealing that prevents the leakage of the exudation water. The present work focuses on this problem at the level of the Loreto region, using cement-sand concrete, a material that consists of a mixture of cement, fine aggregate from the area and water. Coarse aggregate is not used, which is a very common practice in the region.

Standard ASTM C31 indicates in point 4.1 that the molds for the preparation of cores must be impermeable to prevent the leakage of water from the mixture. In the case of standard steel molds, they must have a type of sealant in the joints for this purpose, which in practice in Loreto is not carried out.

The investigation consisted of elaboration of three mixtures. From each mixture, the concrete witnesses were prepared in completely impermeable plastic molds and together with them, witnesses were made in permeable steel molds without any type of sealing.

The results showed a higher compressive strength in the samples made in permeable steel molds.

It was concluded that the manufacture of witnesses in the molds that present some degree of permeability increase the results of the compressive strength tests.

Keywords: concrete molds, preparation of concrete cores, compressive strength

CAPITULO I: Marco Teórico

1.1. Antecedentes del estudio

Local:

(Angulo, Guerra, 2019) (1). En su tesis titulada “EXPLORACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS DE CANTERAS DEL ÁMBITO DEL DISTRITO DE BUENOS AIRES – PICOTA – SAN MARTÍN, SUS CARACTERÍSTICAS Y COMPORTAMIENTO EN LA PREPARACIÓN DE CONCRETO” se presentan resultados, donde también podemos apreciar, que con relaciones agua-cemento más altos, el porcentaje de exudación crece. Para relaciones agua-cemento de 0.70, 0.60 y 0.50 exudaciones resultaron ser 0.93%, 0.70% y 0.52% respectivamente.

(Dávila, Vargas, 2006) (2), en su Tesis “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DE LA CANTERA BOCA NEGRA DEL SECTOR DE PEÑA NEGRA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA”, utilizaron en forma satisfactoria arena de la zona de la carretera Iquitos-Nauta muy parecida al agregado fino de la presente tesis, concluyeron: El módulo de elasticidad varía con diversos factores, notablemente con la resistencia del concreto, la edad del mismo, las proporciones del agregado y el cemento, y puede variar con la velocidad de la aplicación de la 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; sin embargo, propusieron el siguiente modelo matemático para su determinación $E_c = 10,074\sqrt{f'_c}$ (Dávila y Vargas, 2006).

Nacionales:

(Abdev, Blanco, 2002) (2). En su tesis titulada: “ESTUDIO DE LA EXUDACION Y RETRACCION EN EL MICROCONCRETO PARA LA REPARACION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO” se presentan los resultados, donde se aprecia, que con relaciones agua-cemento más altos, el porcentaje de exudación crece. Como ejemplos tenemos siguientes datos: para relaciones agua-cemento de 0.60, 0.65 y 0.70 exudaciones resultaron ser 0.92%, 1.02% y 1.87% respectivamente.

(Pasquel E., 2010) (3). En su investigación de recopilación de datos “CAMBIOS VOLUMÉTRICOS Y FISURACIÓN” autor concluye que exudación contrarresta efectos de fisuración, lo que resultaría ser una ventaja del este fenómeno.

Internacionales:

(Josserand L., 2006) (4). La investigación “BLEEDING OF CONCRETE AS AN AGEING CONSOLIDATION PROCESS” demuestra experimentalmente, que la capacidad del concreto para producir la exudación crece con el aumento de la altura de la muestra del concreto, debido a aumento de presiones a lo alto de la muestra generando la consolidación y ajuste entre las partículas sólidas del concreto.

(Tan T.S., 1987) (5). La investigación “CONSOLIDATION MODEL FOR BLEEDING OF CEMENT PASTE” explica y demuestra, que exudación de las mezclas de cemento, mortero o concreto es resultado de las complicadas interacciones entre las fuerzas físicas y químicas. El modelo de la consolidación del peso propio, que intenta explicar este fenómeno, se basa en observación, que los rangos usuales de la relación agua-cemento generan altas

concentraciones de pasta de cemento. Las partículas del cemento están en contacto cercano entre sí, lo que sugiere la presencia de fuerzas entre las partículas. Este es un concepto conocido también en modelos de carga efectiva de la mecánica de suelos. La existencia de estas fuerzas implica que la exudación debe ser determinada por consolidación y no por sedimentación como se pensó anteriormente, lo que se demostró empíricamente.

(Giaccio G., 1986) (6). En la investigación “BLEEDING: Evaluation of its effects on concrete behaviour” según los resultados de las mediciones de los parámetros de la exudación se registró una disminución de la resistencia en un 30% en la capa superior del concreto. Además, concluye que, para concretos con altos valores de exudación, evaluación del concreto a partir de las muestras hechas en moldes no son representativas con respecto a la estructura real.

1.2. Áreas y líneas de investigación.

Área: Ingeniería y Tecnología

Línea: Ingeniería de los Materiales y Construcción de Infraestructura

1.3. Bases teóricas.

1.3.1. Concreto

El concreto es un producto artificial constituido por la mezcla básicamente de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, resultante de la combinación química del material cementante con el agua, está compuesta de cemento portland y agua, y los agregados pétreos (arena: agregado fino y piedra chancada:

agregado grueso), los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial. La pasta constituye la fase continua del concreto y los agregados la fase discontinua, pues éstos no se encuentran unidos y en contacto sino, se hallan separados por espesores diferentes de pasta endurecida. En la Norma E.060 Concreto Armado (7) se define al concreto como mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

En la actualidad, el concreto es el material de construcción más importante y de frecuente utilización en las grandes construcciones de infraestructura: complejos industriales, vías de comunicación y edificaciones en todo el mundo. Se pueden obtener concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos, y/o utilizando agregados especiales (diversos agregados ligeros o pesados), aditivos (plastificantes, micro sílice, ceniza volante) (Nilson A.H. ,1999) (8).

Según, (González 2002) (9), la calidad del concreto depende de la calidad de la pasta y del agregado y de la unión entre los dos. En un concreto adecuadamente elaborado, cada una de todas las partículas de agregado es completamente cubierta por la pasta, así como también todos los espacios entre las partículas de agregados se llenan totalmente con dicha pasta.

1.3.2. Cemento

La Norma de Estructura E.060 Concreto Armado – 2009 (7), define al Cemento portland como un producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento

resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. El cemento por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

Según refiere Ari (2002) (10), "En 1929 como consecuencia de una serie de investigaciones experimentales, el químico R. H. Bogue establece las fórmulas que permiten el cálculo de los componentes del cemento en base a conocer el porcentaje de óxidos que contiene, habiendo sido asumidas como norma por ASTM C150 (11), permitiendo una aproximación práctica al comportamiento potencial de cualquier cemento Portland normal no mezclado".

Los cementos que cumplan con la norma ASTM C150 (11) pueden ser usados para la producción de concreto. Según norma mencionada existen los siguientes tipos:

Tipo I: Se le conoce como cemento Portland ordinario y es el de mayor comercialización en el mercado. Se usa, donde no se requieren propiedades especiales.

Tipo II: De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Se emplea en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.

Tipo III: Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Se usa en climas fríos o en los casos en que se necesite adelantar la puesta en servicio de las estructuras.

Tipo IV: De bajo calor de hidratación. Generalmente, se lo usa para concretos masivos.

Tipo V: Alta resistencia a los sulfatos. Su uso es obligado para ambientes muy agresivos.

(Ari, 2002) (10), señala que, en general los cementos de producción nacional siguen los comportamientos típicos de los cementos de fabricación mundial; sin embargo, indica, que la experiencia en el uso de ellos no puede generalizarse a priori, debido a la variabilidad de los valores de las propiedades a corto plazo que se pueden apreciar en las tablas, lo cual al ser indicador que no todos nuestros cementos siempre mantengan parámetros constantes en el corto plazo, es recomendable efectuar pruebas de control de las propiedades.

El cemento que se usó en la presente investigación es el APU TIPO GU que tiene las siguientes características físicas:

Tabla 1 - Propiedades del cemento APU tipo GU

Parámetro	Unidad	Cemento APU	Requisitos NTP-334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	3.71	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	365	No específica
Densidad	g/ml	3.03	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	272	Mínimo 133
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	320	Mínimo 204
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	369	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	128	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	300	Máximo 420
Barras curadas en agua			
Expansión a 14 días	%	0.015	Máximo 0.020
Calor de Hidratación			
Calor de hidratación a 7 días	kcal/kg	69	No específica
Calor de hidratación a 28 días	kcal/kg	75	No específica

Fuente: Ficha técnica del cemento APU TIPO GU de la empresa UNACEM

Las características del cemento tipo GU están especificados en la norma ASTM – C1157 “Standard Performance Specification for Hydraulic Cement” (12) donde en el punto 1.1 indica que en esta norma no existen requerimientos de composición del cemento. En la norma ASTM – 150 (11), por otra parte, existen exigencias

estrictas con respecto a los compuestos químicos que componen cada tipo de cemento.

Norma ASTM – 1157 (12) especifica siguientes tipos de cementos hidráulicos:

Tipo GU: Uso general; no presenta características especiales

Tipo HE: Alta resistencia temprana

Tipo MS: Moderada resistencia a los sulfatos

Tipo HS: Alta resistencia a los sulfatos

Tipo MH: Moderado calor de hidratación

Tipo LH: Bajo calor de hidratación

El cemento APU corresponde entonces al cemento de uso general, que en función de su comportamiento se asemeja al tipo I de la norma ASTM – 150 (11), pero presenta diferente composición química.

1.3.3. Agregados

Los agregados, llamados también áridos o inertes, son definidos como el conjunto de partículas, sean éstos de origen natural o artificial, que puedan ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma Técnica Peruana 400.011 (13) (Ari, 2002) (10).

Los agregados ocupan alrededor de las 3/4 partes del volumen total del concreto, por lo que es preciso tener un especial cuidado en el estudio de su origen a partir del tipo de la roca madre y sus principales características físicas y químicas, porque éstas influyen directamente en la calidad del concreto (Ari, 2002) (10).

Las características físicas más importantes de los agregados son: peso unitario, peso específico, contenido de

humedad, porosidad y la distribución granulométrica de las partículas, conocida como granulometría, el módulo de finura; para las cuales existen una serie de ensayos de laboratorio estandarizados, para su comparación con valores de referencia establecidos en las normas o para establecerlo en los diseños de mezcla de concreto (Chávez y Pinchi, 2015) (14).

Según, (Rivva 2007) (15), la granulometría es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la trabajabilidad del concreto en estado fresco y en las propiedades del concreto endurecido, como la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad.

El muestreo de los agregados es una operación fundamental en el proceso de control de calidad, se realiza según la Norma Técnica NTP 400.010 (16), concordante con la Norma ASTM C 702 (17).

1.3.4. Agregado fino

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural (arena natural) o artificial (manufacturada) de las rocas, que pasa al Tamiz 3/8" (9.51 mm) y es retenido en el tamiz N° 200 (74 μ m), como se indica en la Norma Técnica Peruana 400.011 (13). Para agregado procesado, el tamaño máximo nominal es la menor malla donde se produce el primer retenido.

Características del agregado fino:

Peso Unitario (NTP 400.017) (18)

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³. Su valor depende de condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría y contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación aplicado, el

tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc. Se usa un recipiente metálico con un volumen conocido y se lo llena con agregado. El peso del agregado dividido entre el volumen del recipiente es el peso unitario del agregado.

El recipiente debe cumplir con siguientes requisitos:

Deben ser metálicos, cilíndricos, preferiblemente provistos de agarraderas, a prueba de agua, con el fondo y borde superior pulido, plano y suficientemente rígido, para no deformarse bajo duras condiciones de trabajo. Los recipientes de 15 a 30 litros deben ir reforzados en su boca con una banda de acero de 40 mm de ancho. La capacidad del recipiente utilizado en el ensayo, depende del tamaño máximo de las partículas del agregado que se va a medir, de acuerdo con los límites establecidos en la Tabla N°1. El espesor del metal se indica en la Tabla N°2. El borde superior será pulido y plano dentro de 0,25 mm y paralelo al fondo dentro de 0.5%. La pared interior deberá ser pulida y continua.

Calibración del recipiente se efectúa de la siguiente manera:

Se llena el recipiente con agua en temperatura del ambiente y se cubre con una placa de vidrio de tal manera para poder eliminar todas burbujas de aire.

Se determina el peso del agua. Se mide la temperatura del agua y determina su peso específico de la Tabla N°3 de la norma ASTM C-29 interpolando si es necesario.

Se calcula el volumen, V , del recipiente de medida dividiendo el peso requerido para llenar el recipiente entre su peso específico. Alternativamente calcular el factor de la medida ($f = 1/V$) dividiendo el peso específico del agua entre el peso requerido para llenar el recipiente.

Peso unitario se calcula a través de siguientes fórmulas:

$$P.U. = \frac{G - T}{V}$$

O

$$P.U. = (G - T) \times f$$

Donde:

P.U. – Peso unitario del agregado (kgf/m³)

G – Peso del agregado más peso del recipiente de medida (kgf)

T – Peso del recipiente de medida (kgf)

V – Volumen del recipiente de medida (m³)

f – Factor del recipiente de medida (1/m³)

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{(A \times W) - P.U.}{A \times W}$$

Donde:

P.U. – Peso unitario del agregado (kgf/m³)

A – Gravedad específica aparente determinada según las normas ASTM C-127 o C-128.

W – Peso específico del agua, 998 kgf/m³.

- **Peso Unitario Suelto (P.U.S.)**

Es el peso unitario que se obtiene al llenar el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión, ni compactación.

- **Peso Unitario Compactado (P.U.C.)**

Es el peso unitario que se obtiene cuando se ejerce presión (compactación) al llenar el recipiente en tres capas, dando 25 golpes en cada capa con una varilla de 5/8" y 60 cm de longitud y de extremo redondeado.

Peso Específico y absorción (NTP 400.022) (19)

Es la relación entre el peso del material y su volumen. Su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Su valor se toma en cuenta para realizar la dosificación de la mezcla, así como para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Según (*Ari, 2002*) (10), en esta definición se toma en cuenta tres relaciones a usar:

- a) **Peso Específico de Masa:** Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material).
- b) **Peso Específico de Masa Saturado- Superficialmente Seco:** Relación entre el peso de la masa del agregado saturado superficialmente seco y el volumen mismo.
- c) **Peso Específico Aparente:** Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de la masa del mismo.

Absorción del agregado es la diferencia en el peso del agregado fino superficialmente seco y el peso del material secado al horno a 100 -110°C, dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Físicamente, es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con éste. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

Después de homogeneizar completamente la muestra y eliminar el material de tamaño superior a 4.75 mm (tamiz No. 4), se selecciona, por cuarteo, una cantidad aproximada de 1 kg, que se seca en el horno a 100 - 110 °C, se enfría luego al aire a la

temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante. A continuación se cubre la muestra completamente con agua y se la deja así sumergida durante 24 ± 4 horas. Cuando los pesos específicos y la absorción vayan a utilizarse en el proyecto de mezclas de concretos hidráulicos, en las que los agregados son utilizados normalmente en estado húmedo, puede prescindirse del secado previo hasta peso constante. Además, si los agregados se han mantenido previamente con su superficie continuamente mojada, se puede igualmente omitir el periodo de 24 h de inmersión. Los valores que se obtienen para la absorción y el peso específico aparente saturado con superficie seca, pueden ser significativamente más altos si se omite el secado previo antes del periodo de inmersión, por lo cual deberá consignarse siempre en los resultados cualquier alteración introducida en el proceso general.

Después del periodo de inmersión, se decanta cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos y se extiende la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de desecar la superficie de las partículas, dirigiendo sobre ella una corriente moderada de aire caliente, mientras se agita continuamente para que la desecación sea uniforme, y continuando el secado hasta que las partículas puedan fluir libremente.

Para fijar este punto, cuando se empiece a observar visualmente que se está aproximando el agregado a esta condición, se sujeta firmemente el molde cónico con su diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana no absorbente, echando en su interior a través de un embudo y sin apelmazar, una cantidad de muestra suficiente, que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla, levantando a continuación, con cuidado, verticalmente el molde. Si la superficie de las partículas conserva aún exceso de humedad, el cono de agregado mantendrá su forma original, por lo

que se continuara agitando y secando la muestra, realizando frecuentemente la prueba del cono hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, indicativo de que finalmente ha alcanzado el agregado la condición de superficie seca. El procedimiento descrito anteriormente solamente es válido cuando el desmoronamiento superficial no se produce en la primera prueba, por la falta de seguridad en el estado de humedad superficial que ello comportaría. En este caso, deberán añadirse al agregado algunos centímetros cúbicos de agua, mezclar completamente toda la muestra y dejarla tapada para evitar la evaporación durante una media hora. A continuación se repiten de nuevo los procesos de secado y pruebas del cono, explicados anteriormente, hasta determinar el estado correcto de saturado con superficie seca.

Inmediatamente, se introducen en el picnómetro previamente tarado el agregado fino, preparado como se ha descrito anteriormente, y se le añade agua hasta aproximadamente un 90% de su capacidad; para eliminar el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, e incluso agitando o invirtiéndolo si es preciso, introduciéndolo seguidamente en un baño de agua a una temperatura entre 21° y 25°C durante 1 hora, transcurrida la cual se enrasa con agua a igual temperatura, se saca del baño, se seca rápidamente su superficie y se determina su peso total (picnómetro, muestra y agua), con una aproximación de 0.1 g.

Se saca el agregado fino del matraz y se deseca en el horno a 100 - 110 °C, hasta peso constante; se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1 a 1.5 horas y se determina finalmente su peso seco.

Si no se conoce, se determinará el peso del picnómetro aforado lleno de agua hasta el enrase, sumergiéndolo en un baño de agua a la temperatura de ensayo.

Los resultados del ensayo se calculan de la siguiente forma:

$$\text{Gravedad específica (secado en horno – base seca)} = \frac{A}{B + S - C}$$

Gravedad específica (S.S.S. Saturado Superficialmente Seco)

$$= \frac{S}{B + S - C}$$

$$\text{Gravedad específica aparente} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} \times 100\%$$

Donde:

A = Peso al aire de la muestra completamente seca, en gramos.

B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua, en gramos.

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua, en gramos.

S = Peso de la muestra saturada, con superficie seca, en gramos.

Pesos específicos se calcula multiplicando gravedades específicas por peso específico del agua, que tomamos como 1 g/cm³.

Granulometría del Agregado Fino (NTP 400.012) (20)

Ésta se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de granos de arena del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y la 200.

La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, especialmente de la granulometría y otras características de la arena; y, como no se puede modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado grueso, que se puede cribar y almacenar separadamente sin dificultad, la atención principal, entonces, se dirige al control de su homogeneidad (*Ari, 2002*) (10).

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

Se selecciona un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Se coloca los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Se efectúa la operación de tamizado a mano o por medio de un tamizador mecánico, durante un periodo adecuado.

En ningún caso, el peso debe ser tan grande que cause deformación permanente en la malla del tamiz.

Se continua el tamizado por un período suficiente, de tal forma que después de terminado, no pase más del 1% de la cantidad en peso retenida en cada tamiz, durante un (1) minuto de tamizado continuo a mano, realizado de la siguiente manera: tómesese individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo que ajuste sin holgura, con la mano en una posición ligeramente inclinada. Se golpea secamente el lado del tamiz, con un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano, a razón de 150 veces por minuto, girando el tamiz aproximadamente 1/6 de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. Se considerará satisfactorio

el tamizado para tamaños mayores al tamiz de 4.75 mm (No. 4), cuando el total de las partículas del material sobre la malla forme una sola capa. Si el tamaño de los tamices hace impracticable el movimiento de tamizado recomendado, se utiliza tamices de 203 mm (8") de diámetro para comprobar la eficiencia del tamizado.

En el caso de mezclas de agregados gruesos y finos, la porción de muestra más fina que el tamiz de 4.75 mm (No. 4) puede distribuirse entre dos o más grupos de tamices para prevenir sobrecarga de los tamices individuales.

Determinese el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza que cumpla con los requisitos descritos. El peso total del material después del tamizado, debe ser comparado con el peso original de la muestra que se ensayó. Si la cantidad difiere en más del 0.3%, basado en el peso de la muestra original seca, el resultado no debe ser aceptado.

Se calcula el porcentaje que pasa, el porcentaje total retenido, o el porcentaje de las fracciones de varios tamaños, con una aproximación de 0.1%, con base en el peso total de la muestra inicial seca.

Cuando sea requerido, calcular el módulo de finura como la suma de los porcentajes retenidos, acumulados para cada una de las siguientes mallas, dividiendo la suma por 100: (N°100), (N°50), (N° 30), (N° 16), (N° 8), (N° 4), (3/8"), (3/4"), (1 1/2"), (3").

Módulo de Fineza:

Índice aproximado que representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena; se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100.

En la interpretación del módulo de finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia; además la norma ASTM C-33 (21) establece que la arena debe tener un Módulo de Finura no menor de 2.3 ni mayor que 3.1 (Ari, 2002) (10).

Superficie Específica:

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado fino por unidad de peso; en su determinación se consideran dos supuestos: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$Se = \frac{0,06}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}$$

Donde:

Se = Superficie específica (cm² / g)

Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i

di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i
(cm)

γ = Peso específico del agregado

Material más fino que la malla N° 200:

Material constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con la arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla; en consecuencia, el ensayo permite

determinar, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado.

Se seca la muestra de ensayo, hasta peso constante, a una temperatura que no exceda los $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ y se pesa con una precisión de 0.1%.

Después de secada y pesada, se coloca la muestra de ensayo en el recipiente y se agrega suficiente cantidad de agua para cubrirla. Se agita vigorosamente el contenido del recipiente y de inmediato se vierte sobre el juego de tamices armado. Se considera satisfactorio el uso de una cuchara grande para agitar la muestra en el agua.

Se agita con suficiente vigor para lograr la separación total de todas las partículas más finas que el tamiz de 75 mm (No. 200) y provocar la suspensión del material fino, de manera que pueda ser removido por decantación del agua de lavado. Es conveniente tener el cuidado necesario para no arrastrar las partículas más gruesas. Se repite esta operación hasta que el agua de lavado salga completamente limpia.

Se devuelve todo el material retenido en el juego de tamices a la muestra lavada. Se seca el agregado lavado hasta obtener un peso constante, a una temperatura que no exceda de $110^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ y se pesa con una aproximación de 0.1% del peso de la muestra.

Se calcula la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), por lavado, de la siguiente forma:

$$A = \frac{B - C}{C} \times 100$$

Donde:

A – Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado.

B – Peso original de la muestra seca, en gramos.

C – Peso de la muestra seca, después de lavada, en gramos.

1.3.5. Propiedades del concreto en estado fresco

Peso unitario, rendimiento y contenido de aire (gravimétrico) del concreto (N.T.P. 339.049) (22)

Es el peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto. Se expresa en kgf/m^3 . Depende del tipo de agregado empleado, resultando de ello concretos livianos, normales y pesados, cuando el peso unitario está entre 400 a 1700, 1800 a 2500 y mayor de 2500 kgf/m^3 , respectivamente. Se emplea principalmente para comprobar el rendimiento de la mezcla, al comparar el peso unitario del diseño con el real de obra.

El ensayo como objetivo tiene la determinación del peso unitario del concreto recién mezclado, proporcionando fórmulas para calcular el rendimiento, el contenido de cemento por unidad de volumen y el contenido de aire del concreto en porcentaje de volumen. El rendimiento se define como el volumen del concreto logrado con una mezcla de cantidades conocidas de sus materiales componentes. Se usa un recipiente de volumen conocido que se llena con una mezcla del concreto. Después se pesa y determina el peso de la mezcla. El recipiente puede ser igual como en el ensayo de peso unitario del agregado y su calibración se realiza de forma igual:

Se llena el recipiente con agua en temperatura del ambiente y se cubre con una placa de vidrio de tal manera para poder eliminar todas burbujas de aire. Se determina el peso del agua. Se mide la temperatura del agua y determina su peso específico de la Tabla 3 de la norma interpolando si es necesario. Calcular el volumen, V_m , del recipiente de medida dividiendo el peso requerido para llenar el recipiente entre su peso específico.

Alternativamente calcular el factor de la medida ($f = 1/Vm$) dividiendo el peso específico del agua entre el peso requerido para llenar el recipiente.

Se coloca el concreto en el medidor, en tres capas de aproximadamente igual volumen. Se golpea cada capa con la varilla compactadora, 25 veces cuando se usen medidores de volumen igual o menor a 14 L (0.5 pies³) o 50 veces cuando se use el medidor de 28 L (1 pie³). Los golpes aplicados a la capa inferior deben cruzar todo su espesor, pero no deben estrellar fuertemente el fondo del medidor. Se distribuye los golpes uniformemente sobre la sección transversal del medidor. Para las capas media y superior, los golpes deben penetrar aproximadamente 25 mm (1") dentro de la capa anterior a la que está siendo compactada. Después de que cada capa ha sido compactada, se golpea los costados del medidor con el martillo apropiado, entre 10 y 15 veces, con el fin de cerrar los orificios dejados por la varilla y de liberar las burbujas de aire que hayan quedado atrapadas en la mezcla. Añádase la capa final de tal forma que se evite el sobrellenado.

Al terminar la compactación, el medidor no debe mostrar un exceso o una deficiencia considerable de concreto. Se considera como óptimo, un exceso de concreto que sobresalga 3 mm (1/8") por encima del nivel del borde del molde. Puede añadirse una pequeña cantidad de concreto para corregir una deficiencia. Si el medidor contiene gran exceso de concreto al terminar la compactación, remuévase una porción representativa del exceso con un palustre o una cuchara, inmediatamente después de completar la compactación y antes de enrasar el medidor.

Se enrasa la superficie del concreto al terminar la compactación y se termina la superficie del concreto, en forma lisa con la placa enrasadora, teniendo mucho cuidado de dejar el medidor lleno justo a nivel. El enrasado queda mejor presionando

la placa enrasadora sobre la superficie del medidor, para cubrir aproximadamente 2/3 de la superficie y retirando la placa con un movimiento de sierra para terminar solamente el área originalmente cubierta. Luego se coloca la placa sobre la superficie del medidor para cubrir los 2/3 originales de superficie y se avanza la placa con una presión vertical y un movimiento de sierra para cubrir el total de la superficie del medidor. Si se dan varios pequeños golpes con el extremo inclinado de la placa, se producirá una superficie lisa.

Limpieza y pesaje. Después de enrasar, se limpia cualquier exceso de concreto existente en el exterior del medidor y se determina el peso neto de la masa de concreto en el medidor.

Peso unitario. Se calcula el peso neto del concreto en kilogramos, sustrayendo el peso del medidor, W_m , del peso total de medidor más concreto, W_c . Se calcula el peso unitario, W , dividiendo el peso neto de la muestra, W_m , entre el volumen de recipiente de medida, V_m .

$$W = \frac{W_c - W_m}{V_m}$$

Rendimientos. Se calcula el rendimiento como sigue:

Rendimiento:

$$Y(m^3) = \frac{W_1}{W}$$

Rendimiento relativo. Es la relación entre el volumen real del concreto obtenido y el volumen tal como fue diseñado para la bachada, calculado como sigue:

$$R_y = \frac{Y}{Y_d}$$

Nota 6. Un valor de R_y superior a 1.00 indica un exceso del concreto que está siendo producido mientras que el valor menor indica que la bachada es "pequeña" para su volumen de diseño.

Contenido de cemento. Se calcula el contenido de cemento real de la siguiente forma:

$$N = \frac{N_t}{Y}$$

Contenido de aire. Se calcula su valor de la manera siguiente:

$$A = \left(\frac{Y - V}{Y} \right) \times 100$$

O

$$A = \left(\frac{T - W}{T} \right) \times 100$$

Donde:

A = Contenido de aire (porcentaje de vacíos) en el concreto

N = Contenido real de cemento, kgf/m³

N_t = Peso del cemento en la bachada, kgf

R_y = Rendimiento relativo

T = Peso unitario teórico del concreto, suponiendo la no presencia de aire, kgf/m³ (Nota 1).

V = Volumen total absoluto de los ingredientes (sin aire atrapado) que componen la bachada, m³

W = Peso unitario del concreto, kgf/m³

W₁ = Peso total de todos los materiales de la bachada, kgf (Nota 2).

Y = Rendimiento, volumen de concreto producido por bachada, m³

Y_d = Volumen de concreto que, por diseño, debería producir la bachada, m³

Consistencia (Asentamiento o Slump): (NTP 339.035)
(23)

La consistencia del concreto fresco es la capacidad de la masa de concreto para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por la variación del contenido de agua en la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores; se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. El ensayo para medir la consistencia del concreto se denomina ensayo slump y consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado (Ari, 2002) (10).

Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente. Un tercio del volumen del molde corresponde aproximadamente a una altura de 65 mm; dos tercios del volumen corresponden a una altura de 155 mm.

Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo es necesario inclinar ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro. La capa del fondo debe compactarse en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo

que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

Al llenar la capa superior debe apilarse concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, debe agregarse concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después de que la última capa ha sido compactada debe alisarse a ras la superficie del concreto. Inmediatamente se retira el molde, se alza cuidadosamente en dirección vertical.

El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto.

La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, debe hacerse sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos. El ensayo de asentamiento debe comenzarse a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

Inmediatamente después se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o desprendimiento del concreto hacia un lado del espécimen, debe repetirse el ensayo sobre otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de concreto dan este resultado, el concreto carece probablemente de la plasticidad y cohesión necesaria para que el ensayo de asentamiento sea aplicable.

Debe anotarse el asentamiento del espécimen con aproximación al medio centímetro o al cuarto de pulgada.

Temperatura del concreto: (NTP 339.184) (24)

Este ensayo consiste en la medición del concreto recién mezclado. La temperatura de la mezcla del concreto influye en velocidad de la hidratación del concreto. A más temperatura más aumento de la reacción del cemento con agua. La hidratación inicial aumentada por la alta temperatura, provoca el aumento de la temperatura aún más. Esto puede desembocar en problemas como secado y contracción del concreto excesiva.

El ensayo consiste en colocar un dispositivo de medición de temperatura en la muestra de concreto de tal modo que este rodeado de mezcla por todos sus lados (al menos 3" y lejos del recipiente que lo contiene), el tiempo mínimo que debe estar introducido el dispositivo medidor es de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice. Se debe efectuar este ensayo dentro de los 5 minutos de tomada la muestra.

1.3.6. Propiedades del concreto en estado endurecido

Resistencia a la Compresión (NTP 339.034) (25)

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos de compresión; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada en términos de relación agua /cemento en peso. A esta característica mecánica afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que constituyen complemento de la estructura del concreto; y, el curado que es el complemento del proceso de hidratación, permite el desarrollo o alcance de las características del concreto.

Las muestras no deben ensayarse si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro en más del 2%.

Ninguna de las muestras ensayadas a compresión debe separarse de la perpendicularidad del eje en más de 0.51 (equivalentes a 3 mm en 300 mm aproximadamente). El extremo de una muestra que no sea plana debe ser refrentado (capping) de acuerdo con lo indicado por la norma correspondiente. El diámetro usado para calcular el área de la sección transversal de la muestra debe determinarse con una precisión de 0.25 mm (0.01") promediando los dos diámetros medidos en ángulo recto uno con respecto al otro y en la mitad del espécimen.

El ensayo de compresión de muestras curadas en agua debe hacerse inmediatamente después de que estas han sido removidas del lugar de curado.

La muestra se debe mantener húmeda utilizando cualquier método conveniente, durante el periodo transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando es ensayada. Debe ensayarse en condición húmeda.

Colocación de la muestra: Se coloca el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior. Se limpia con un paño las superficies de los bloques superiores e inferiores y se coloca el espécimen sobre el bloque inferior. Hay que cuidar, que el eje del espécimen quede alineado con el centro del bloque superior. El bloque con rotula debe rotarse inmediatamente antes de proceder al ensayo, para asegurar la libertad de movimiento requerida.

Velocidad de carga: Aplíquese la carga continuamente sin golpes bruscos.

Para las máquinas de ensayo del tipo tornillo, la cabeza móvil debe desplazarse a una velocidad de 1.3 mm/min (0.05 pulg/min) cuando la maquina está operando sin transmitir carga. Para las maquinas hidráulicamente operadas la carga debe

aplicarse a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de 0.14 a 0.34MPa/s (20 a 50 lb/pulg² por seg. o 1.43 a 3.47 kgf/cm²). La velocidad escogida se debe mantener al menos durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista. Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de carga prevista, se permite una velocidad de carga mayor. Se aplica la carga hasta que la muestra falle y se registra la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo.

El resultado de la resistencia se calcula dividiendo la carga que soportó la muestra (en caso de esta tesis en kgf) entre el área transversal de la muestra (círculo con diámetro promedio de dos medidas).

1.4. Definición de términos básicos.

1.4.1. Concreto cemento-arena

El concreto cemento-arena definimos como mortero para usos estructurales reservados tradicionalmente para concretos comunes. Difiere con concreto normal con el hecho de no contener en su composición al agregado grueso. Su composición consiste en: agregado fino, cemento, agua y opcionalmente aditivos. En la ciudad de Iquitos se emplea muy frecuentemente este material, debido a no presencia de las fuentes cercanas del agregado grueso.

1.4.2. Relación agua-cemento

Relación agua-cemento definimos como la relación del peso del cemento entre el peso del agua efectiva en una porción del concreto fresco. El agua efectiva se refiere al agua en la cual están suspendidas las partículas del cemento, agregados y burbujas del aire atrapado. Agua absorbida dentro de las partículas del agregado no forma parte del agua efectiva.

1.4.3. Relación agua-cemento

La exudación en un concreto fresco, es un fenómeno que se produce por el ascenso del agua de amasado de una mezcla durante el tiempo que dura su fraguado. Es una forma de la segregación de los componentes de una mezcla del concreto fresco en la que el agua tiende a elevarse a la superficie como consecuencia de la incapacidad de los áridos de arrastrarla con ellos al irse compactando. La pérdida de agua por la exudación tiene una parte positiva que es la de reducir la relación agua/cemento del concreto con una repercusión favorable sobre las resistencias; además el agua exudada deberá reabsorberse pasada las (24 h). Sin embargo, al migrar desde el interior, el agua va creando unos conductos capilares que disminuyen impermeabilidad al concreto. Es una muestra clara que la exudación se da cuando el concreto ya se va compactando. (26)

CAPITULO II: Planteamiento del problema

2.1. Descripción del problema.

En la práctica de construcción el muestreo de concreto se realiza principalmente con los moldes de acero según la norma NTP 339.036. En nuestras propias observaciones y experiencias de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales, prácticamente nunca se cumple con los apartados que describen como sellar los moldes contra la fuga de agua. En resultado las muestras del concreto presentan fugas de agua por exudación del concreto, que se supone tiene influencia en propiedades de este material.

En siguiente trabajo nos proponemos la investigación de este problema intentando reproducir la manera común de muestreo del concreto en las obras en Iquitos y por otro lado comparar con muestreo estricto cumpliendo con todos los puntos de la norma usando moldes de plástico, que presentan facilidad para sellado hermético contra la fuga de agua. Después se comparará propiedades físicas y mecánicas del concreto producido en ambas maneras. En los planes de investigación usaremos varias relaciones agua-cemento para poder apreciar si está variable también influirá en diferencias entre ambos métodos de muestreo.

2.2. Formulación del problema.

2.2.1. Problema general.

¿Cuál es la diferencia de propiedades mecánicas entre concreto cemento-arena muestreado en moldes de plástico sellados contra la fuga de agua y moldes de acero sin sellar que pierde el agua por exudación, Iquitos 2021?

2.2.2. Problemas específicos.

- ¿En qué medida el uso de los moldes de plásticos cambia la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena con respecto a uso de moldes de acero, Iquitos año 2021?
- ¿En qué medida el tamaño de los moldes de plástico y acero cambia la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena con respecto a uso de moldes de acero, Iquitos año 2021?

2.3. Objetivos.

2.3.1. Objetivo general.

Determinar la diferencia de propiedades mecánicas entre concreto cemento-arena muestreado en moldes de plástico sellados contra la fuga de agua y moldes de acero sin sellar que pierde el agua por exudación, Iquitos 2021.

2.3.2. Objetivos específicos.

Determinar en qué medida el uso de los moldes de plásticos cambia la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena con respecto a uso de moldes de acero, Iquitos año 2021.

Determinar en qué medida varía la resistencia según el tamaño de los moldes de plástico y acero en el concreto cemento-arena, Iquitos año 2021.

2.4. Hipótesis.

2.4.1. Hipótesis general.

Los testigos del concreto elaborados correctamente con sellado adecuado contra la fuga de agua presentarán las propiedades mecánicas inferiores a los hechos en moldes sin sellado adecuado gracias a la disminución de cantidad del agua en concreto, bajando la relación agua-cemento, Iquitos año 2021.

2.4.2. Hipótesis específicas.

El uso de los moldes de plástico disminuirá la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena con respecto al uso de moldes de acero, Iquitos año 2021.

Resistencia de los testigos preparados en moldes de 10 cm de diámetro superará a las de 15 cm en el concreto cemento-arena, Iquitos año 2021.

2.5. Variables.

2.5.1. Identificación de variables.

- Variable independiente X (causa): uso de moldes de plástico sellados y uso de moldes de acero sin sellado contra fuga de agua.
- Variable dependiente Y (efecto): propiedades mecánicas del concreto cemento-arena.

2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.

Variable independiente X: Definiremos como la aplicación de moldes de plástico sellados y uso de moldes de acero sin sellar, como dos únicas opciones.

Esas dos opciones se aplicarán sobre una misma tanda del concreto cemento-arena.

Variable dependiente Y: Definiremos como propiedades mecánicas del concreto medibles con valores numéricos con sus respectivas unidades de medición.

2.5.3. Operacionalización de las variables.

Tabla 2 *Operalinización de las variables*

Variabes	Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores
X: Uso de moldes de plástico sellados contra fuga del agua Uso de moldes de acero sin sellar		-	Verdadero Falso Verdadero Falso
Y: Propiedades mecánicas del concreto cemento-arena.	Resistencia a los esfuerzos mecánicos	Resistencia a la compresión probetas de 10 cm del diámetro	Fuerza/Área
		Resistencia a la compresión probetas de 15 cm del diámetro	Fuerza/Área

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III: Metodología

3.1. Tipo y diseño de investigación.

- Tipo de Investigación

La investigación de acuerdo al nivel de conocimiento pertenece a una investigación no experimental.

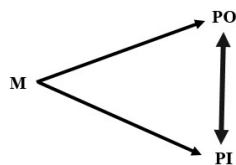
El estudio pertenece al enfoque cuantitativo de investigación porque las preguntas de investigación versaran sobre cuestiones específicas porque se someterá a prueba la hipótesis mediante el empleo de los diseños de investigación apropiados; porque se usará la recolección de datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico.

Se trata de una investigación de tipo sustantiva experimental, porque se basará en el problema que afecta directamente a la variable dependiente como son las propiedades mecánicas del concreto cemento-arena.

- Diseño de Investigación

El diseño corresponde a un estudio experimental que determina gráficamente el diseño corresponde al descriptivo de la siguiente manera:

ESQUEMA:



M: Meta poblacional de investigación.

PO: Meta observada anteriormente.

PI: Meta actual de investigación.

3.2. Población y muestra.

- Población

La población está conformada por los materiales para concreto cemento-arena disponibles en Ciudad de Iquitos, 2021.

- Muestra

Se usará agregado fino de la cantera ubicada en km. 22 de la carretera Iquitos-Nauta.

Se usará el cemento de marca APU Tipo GU.

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.

Para la técnica de recolección de datos se empleó a través de fuentes secundarias con la revisión de documentos, informes, publicaciones, libros sobre el tema a investigar, se complementó con el uso de información primaria básicamente el uso de ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Universidad Científica del Perú.

El instrumento de recolección de datos que fue utilizado en la presente investigación es un formato diseñado para acopio de datos.

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 la información se realizó de forma mecánica/computarizada.

- Para la recopilación inicial de la Tesis se usó los paquetes básicos de escritorio de Microsoft, (Word, Excel, PPT, Etc.), para el desarrollo regular de digitación de información.
- Para procesar la información del desarrollo de los ensayos de suelos que se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Mecánica de Materiales de La UCP, se usó el paquete de Microsoft, Excel, para realizar algunos cuadros y base de datos, así mismo, Word, para elaboración de informes, y adjunto de información competente al proyecto.

CAPITULO IV: Resultados

4.1. Resultados de los ensayos del agregado fino

a. Peso unitario

Tabla 3 *Peso unitario suelto del agregado fino*

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO			
ASTM C - 29			
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7105	7115	7118
PESO DE MOLDE (gr.)	2934	2934	2934
PESO DE MUESTRA	4171	4181	4184
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.475	1.479	1.480
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,478		

Fuente: Elaboración propia

Resultado: El promedio del Peso unitario suelto del agregado fino es 1 478 kg/m³.

b. Peso unitario compactado (PUC)

Tabla 4 *Peso unitario compactado del agregado fino*

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO			
ASTM C - 29			
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7686	7640	7654
PESO DE MOLDE (gr.)	2934	2934	2934
PESO DE MUESTRA	4752	4706	4720
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.681	1.665	1.670
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,672		

Fuente: Elaboración propia

Resultado: El promedio del Peso unitario suelto del agregado fino es 1 672 kg/m³.

c. Peso específico

Tabla 5 *Peso específico y absorción del agregado fino*

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO					
ASTM C - 128					
N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	215.88	257.50	227.13	
B	Peso Frasco + H2O	706.74	675.19	723.11	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	922.62	932.69	950.24	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	842.04	836.10	863.30	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	80.58	96.59	86.94	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	215.04	256.58	226.31	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	79.74	95.67	86.12	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.669	2.656	2.603	2.643
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.679	2.666	2.612	2.652
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.697	2.682	2.628	2.669
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.39	0.36	0.36	0.37

Fuente: Elaboración propia

El promedio del Peso Específico del agregado fino (base seca) es 2,643 gr/cc.

El promedio del Peso Específico del agregado fino (base saturada superficialmente seca) es 2,652 gr/cc.

El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.37 %.

d. Granulometría De Agregado fino

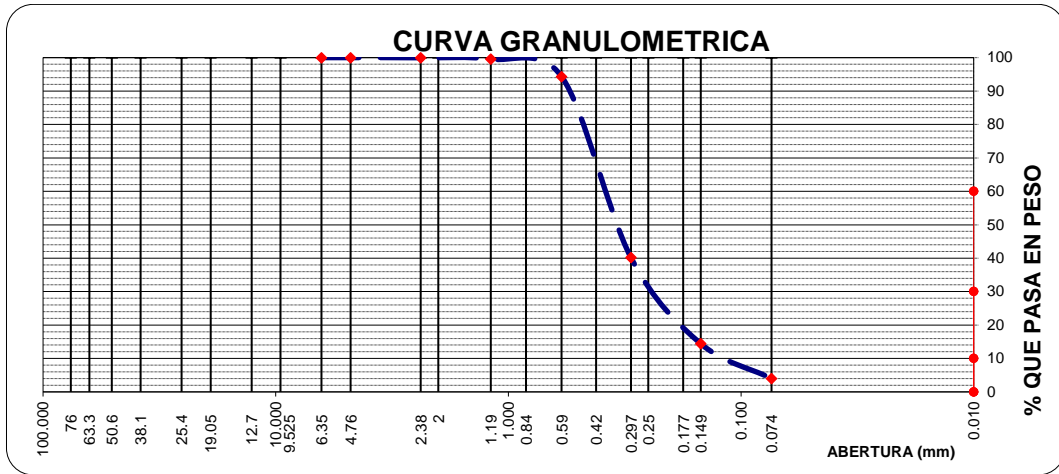
El análisis granulométrico por tamizado del agregado global se realizó según la norma ASTM C-136 y NTP 400.012.

Tabla 6 *Análisis granulométrico del agregado fino – muestra n°01*

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					MÓDULO DE FINEZA : 1.52 SUPERFICIE ESPECÍFICA: 55.25
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.20	0.04	0.04	99.96	
N°16	1.190	2.24	0.43	0.47	99.53	
N°30	0.590	26.84	5.21	5.68	94.32	
N°50	0.297	279.20	54.18	59.86	40.14	
N°100	0.149	132.47	25.70	85.56	14.44	
N°200	0.074	53.62	10.40	95.97	4.03	
Pasa N°200		20.79	4.03			

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1 **Curva granulométrica del agregado fino – muestra n°01**



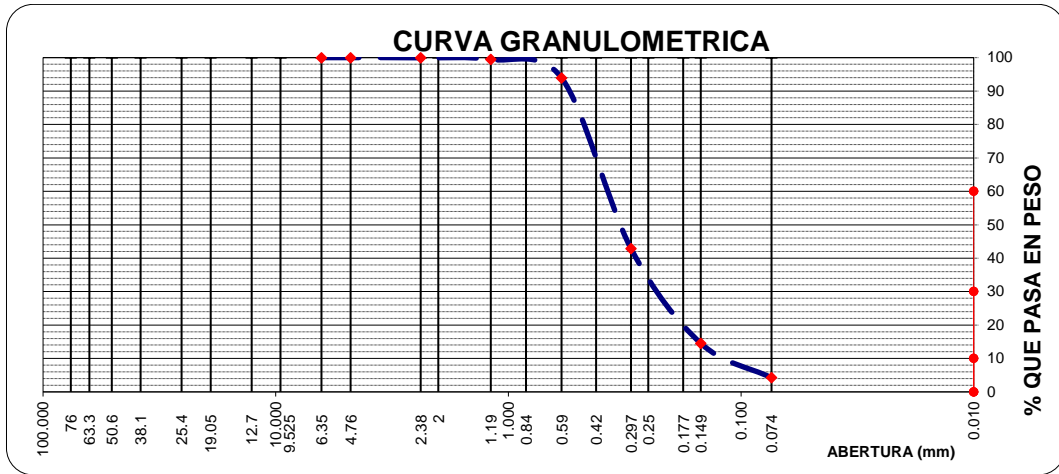
Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 **Análisis granulométrico del agregado fino – muestra n°02**

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.26	0.05	0.05	99.95	
N°16	1.190	2.88	0.52	0.57	99.43	
N°30	0.590	30.70	5.53	6.10	93.90	MÓDULO DE FINEZA : 1.49
N°50	0.297	283.06	51.03	57.13	42.87	SUPERFICIE ESPECÍFICA: 56.39
N°100	0.149	157.03	28.31	85.44	14.56	
N°200	0.074	57.27	10.32	95.76	4.24	
Pasa N°200		23.50	4.24			

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2 **Curva granulométrica del agregado fino – muestra n°02**



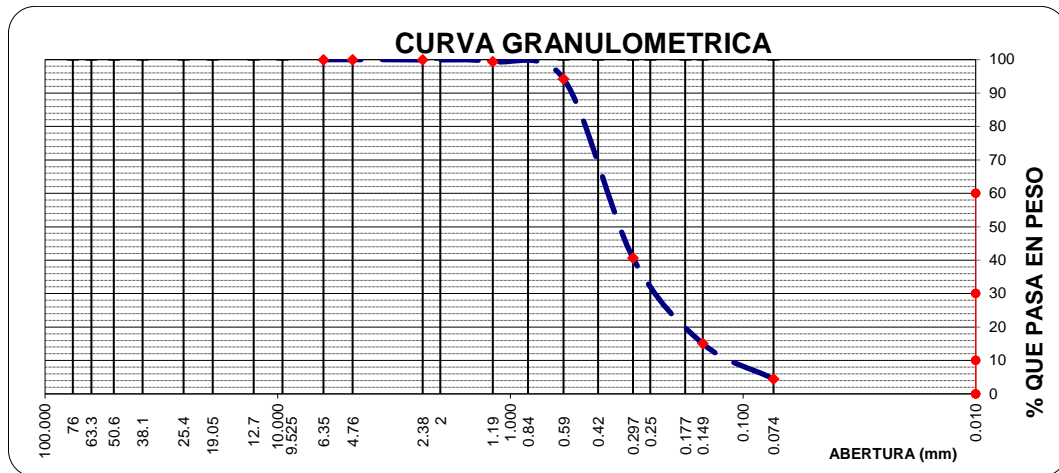
Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 **Análisis granulométrico del agregado fino – muestra n°03**

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.36	0.08	0.08	99.92	
N°16	1.190	2.38	0.51	0.58	99.42	
N°30	0.590	24.29	5.17	5.75	94.25	
N°50	0.297	251.97	53.58	59.33	40.67	
N°100	0.149	120.44	25.61	84.94	15.06	
N°200	0.074	49.62	10.55	95.49	4.51	
Pasa N°200		21.19	4.51			
						MÓDULO DE FINEZA : 1.51 ESPECÍFICA: 54.85

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3 **Curva granulométrica del agregado fino – muestra n°03**



Fuente: Elaboración propia

e. Módulo de fineza

El análisis de módulo de fineza del agregado fino se realizó conforme la norma ASTM C-33 y NTP 400.011.

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$M.F. = \frac{\sum \%RET.ACUM [3", 1 \frac{1}{2}", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100]}{100}$$

Los resultados de módulo de fineza son:

Muestra n°01: 1.52

Muestra n°02: 1.49

Muestra n°03: 1.51

Promedio: 1.51

f. Superficie Específica

El análisis de superficie específica del agregado grueso se realizó conforme la norma NTP 400.012.

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$Se = \frac{0,06}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}$$

Donde:

Se = Superficie específica (cm² / g)

Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i

di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i (cm)

γ = Peso específico del agregado

Los resultados de superficie específica son:

Muestra n°01: 55.25 cm²/g

Muestra n°02: 56.39 cm²/g

Muestra n°03: 54.85 cm²/g

Promedio: 55.50 cm²/g

g. Material que pasa el tamiz N° 200

Tabla 9 *Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino*

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200			
ASTM C - 117			
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	532.78	571.91	568.40
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	505.09	542.86	537.33
PESO DE TARA (gr)	103.02	108.92	109.39
% QUE PASA LA MALLA N°200	6.44	6.27	6.77
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	6.49		

Fuente: Elaboración propia

Resultado: El promedio del porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino es 6.49 %

Tabla 10 **Tabla resumen de Agregado Fino**

ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIÓN	NORMATIVA
Peso unitario suelto Ag. Fino	1478 kg/m ³	N.A.	N.A.	NTP 400.017- 2013
Peso unitario compactado Ag. Fino	1672 kg/m ³	N.A.	N.A.	NTP 400.017- 2013
Peso específico A. Fino	2.643 gr/cc	N.A.	N.A.	NTP 400.022- 2018
Absorción A. Fino	0.37 %.	N.A.	N.A.	NTP 400.022- 2018
Módulo de fineza	1.51	2,35 – 3,15	NO ACEPTABLE	NTP 400.011- 2018
Superficie Específica	55.50 cm ² /g	N.A.	N.A.	-----
Material que pasa el tamiz N° 200	6.49 %	5 % (máx.)	NO ACEPTABLE	NTP 400.018- 2013

Fuente: Elaboración propia

4.2. Diseños de mezcla de los concretos

Se realizaron 3 diseños de mezcla a base de relaciones agua/cemento a/c = 0.77, 0.67, 0.57.

Tabla 11 **Diseños de mezcla**

	previsto	real	previsto	real	previsto	real
Relación agua/cemento	0.77		0.67		0.57	
Cantidad de agua en la mezcla (lts/m ³)	290.00	306.71	288.95	307.75	280.00	289.87
Cantidad de cemento (kg)	376.60	398.30	433.10	461.21	491.20	508.52
Cantidad de cemento (bolsas de 42.5 kg)	8.86	9.37	10.19	10.85	11.56	11.97
Cantidad de arena completamente seca (kg)	1323.2	1404.1	1276.70	1364.3	1249.70	1298.0
Aire atrapado en concreto (%)	8.50	3.23	8.50	2.55	8.50	5.27

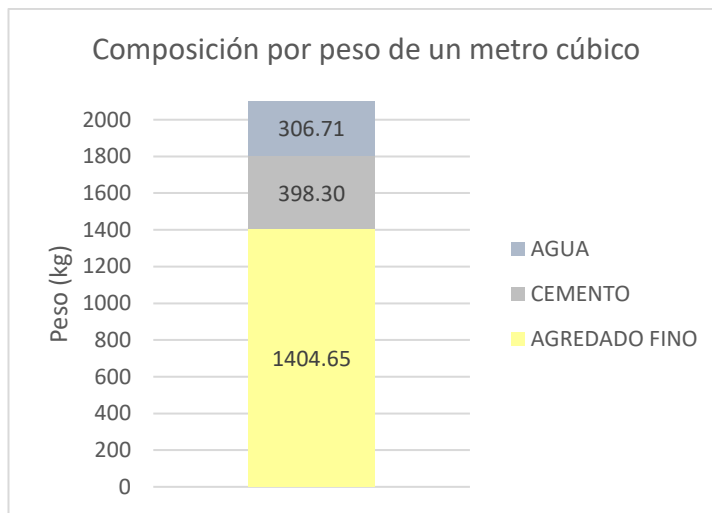
Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 **Diseño de mezcla - relación a/c = 0.77 – relaciones del peso y volumen absoluto**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 398.30 kg	0.131 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1404.65 kg	0.530 m3
AGUA	: 306.71 lts.	0.307 m3
AIRE ATRAPADO	: 0.00	0.032 m3
TOTAL	: 2109.66 kg	1.0000 m3

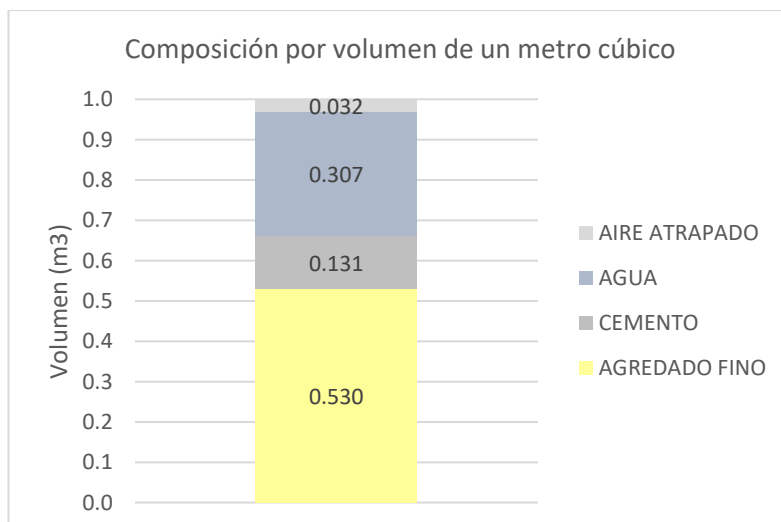
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4 **Composición por peso de un metro cúbico de la mezcla - relación a/c = 0.77**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5 **Composición por volumen de un metro cúbico de la mezcla - relación a/c = 0.77**



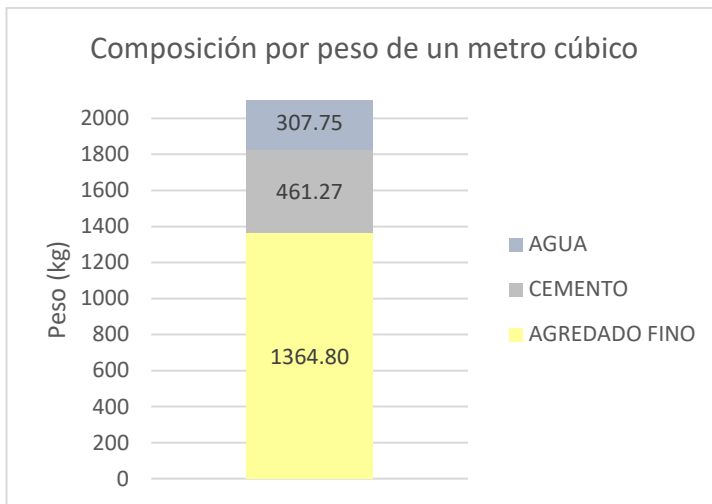
Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 **Diseño de mezcla - relación a/c = 0.67 – relaciones del peso y volumen absoluto**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 461.27 kg	0.152 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1364.80 kg	0.515 m3
AGUA	: 307.75 lts.	0.308 m3
AIRE ATRAPADO	: 0.00	0.025 m3
TOTAL	: 2133.82 kg	1.0000 m3

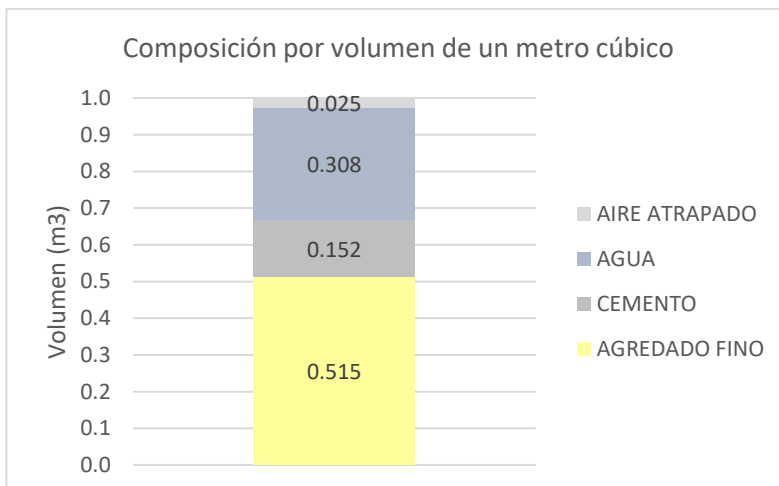
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6 **Composición por peso de un metro cúbico de la mezcla - relación a/c = 0.67**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7 **Composición por volumen de un metro cúbico de la mezcla - relación a/c = 0.67**



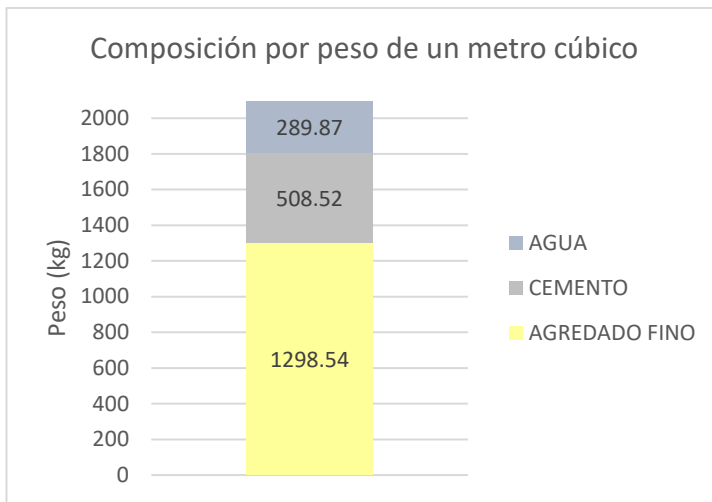
Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 **Diseño de mezcla - relación a/c = 0.57 – relaciones del peso y volumen absoluto**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 508.52 kg	0.168 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1298.54 kg	0.490 m3
AGUA	: 289.87 lts.	0.290 m3
AIRE ATRAPADO	: 0.00	0.053 m3
TOTAL	: 2096.93 kg	1.0000 m3

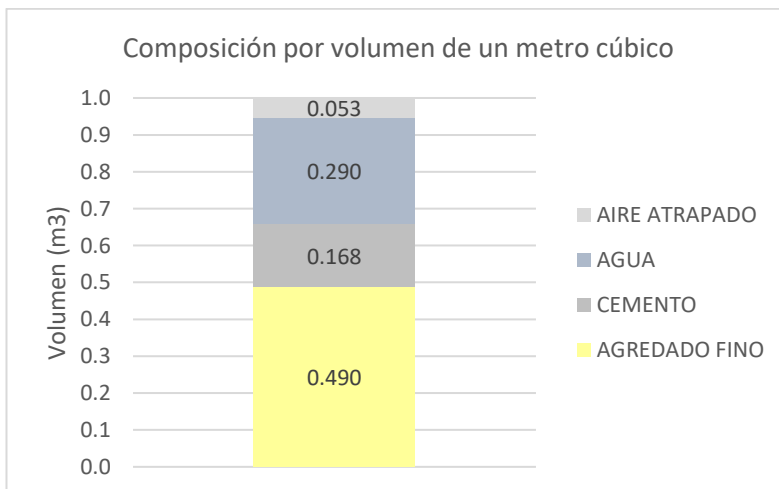
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8 **Composición por peso de un metro cúbico de la mezcla - relación a/c = 0.57**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9 **Composición por volumen de un metro cúbico de la mezcla - relación a/c = 0.57**



Fuente: Elaboración propia

4.3. Propiedades del Concreto Fresco

Tabla 15 *Resultados de los ensayos de las mezclas en estado fresco*

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LAS MEZCLAS EN ESTADO FRESCO			
Relación A/C	0.77	0.67	0.57
Peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)	2109.66	2133.83	2096.92
Aire atrapado en concreto (%)	3.23	2.55	5.27
Asentamiento (slump) (pulgada)	5 1/4"	5 1/2"	5"
Temperatura (°C)	31.2	32.2	32.3

Fuente: Elaboración propia

4.4. Propiedades del Concreto Endurecido

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión de acuerdo a las normativas para determinar las propiedades mecánicas del concreto de cada diseño de mezcla realizado. La resistencia a la compresión para probetas de diámetro de 10 cm se realizó a los 7, 14 y 28 días del curado con siete testigos por cada edad. La resistencia a la compresión para probetas de diámetro de 15 cm se realizó a los 7 y 28 días del curado con seis testigos por cada edad.

4.5. Ensayos de la resistencia a la compresión

Tabla 16 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.77, diámetro 10 cm, moldes de acero (permeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.77, DIÁMETRO 10 CM, MOLDE DE ACERO (PERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	06/05/2021	7	10.19	10,118	124	127	26.90	5.19	4.08
2			10.19	9,889	121				
3			10.20	10,837	133				
4			10.21	10,826	132				
5			9.93	9,668	125				
6			9.97	9,443	121				
7			10.18	10,683	131				
1	06/05/2021	14	10.17	12,288	151	151	93.29	9.66	6.40
2			10.21	11,628	142				
3			10.18	12,724	156				
4			10.18	13,019	160				
5			10.15	13,322	165				
6			10.06	10,923	138				
7			10.12	11,897	148				
1	06/05/2021	28	10.26	14,026	170	165	35.24	5.94	3.60
2			10.18	13,771	169				
3			10.08	13,080	164				
4			10.24	14,179	172				
5			10.19	12,917	159				
6			10.19	12,694	156				
7			10.17	13,593	167				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.77, diámetro 10 cm, moldes de plástico (impermeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.77, DIÁMETRO 10 CM, MOLDE DE PLÁSTICO (IMPERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%)
1	06/05/2021	7	10.01	9,620	122	123	22.62	4.76	3.87
2			10.07	9,341	117				
3			10.05	9,822	124				
4			9.99	9,575	122				
5			10.02	9,372	119				
6			9.98	10,347	132				
7			10.02	9,604	122				
1	06/05/2021	14	9.98	11,775	151	145	51.81	7.20	4.96
2			10.02	12,188	155				
3			9.97	10,965	141				
4			9.96	10,761	138				
5			9.98	10,936	140				
6			9.97	10,768	138				
7			9.98	11,847	151				
1	06/05/2021	28	10.03	12,508	158	159	8.57	2.93	1.84
2			9.95	12,219	157				
3			10.00	12,541	160				
4			10.00	12,587	160				
5			10.01	12,886	164				
6			9.96	12,217	157				
7			9.97	12,088	155				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.67, diámetro 10 cm, moldes de acero (permeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.67, DIÁMETRO 10 CM, MOLDE DE ACERO (PERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%)
1	04/05/2021	7	10.19	16,013	197	191	139.33	11.80	6.18
2			10.18	15,894	195				
3			10.21	14,122	172				
4			10.21	17,130	209				
5			10.21	15,847	194				
6			10.19	14,844	182				
7			10.17	15,248	188				
1	04/05/2021	14	10.10	17,540	219	218	173.24	13.16	6.04
2			10.12	18,683	232				
3			9.96	16,254	209				
4			9.88	17,324	226				
5			10.10	16,697	209				
6			10.16	18,951	234				
7			10.14	16,026	199				
1	04/05/2021	28	10.19	20,321	249	235	126.29	11.24	4.78
2			10.21	18,479	226				
3			10.10	20,018	250				
4			10.21	18,740	229				
5			10.17	18,050	222				
6			10.18	18,806	231				
7			10.19	19,668	241				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.67, diámetro 10 cm, moldes de plástico (impermeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.67, DIÁMETRO 10 CM, MOLDE DE PLÁSTICO (IMPERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	04/05/2021	7	10.00	13,748	175	169	75.48	8.69	5.14
2			10.02	13,209	168				
3			9.99	12,132	155				
4			9.96	13,746	176				
5			9.97	12,650	162				
6			10.03	14,173	180				
7			10.00	13,203	168				
1	04/05/2021	14	9.98	15,436	197	203	161.62	12.71	6.26
2			9.96	16,274	209				
3			9.94	15,106	195				
4			9.92	15,398	199				
5			9.97	15,181	194				
6			9.91	15,440	200				
7			9.95	17,917	230				
1	04/05/2021	28	10.00	18,171	232	227	59.81	7.73	3.41
2			10.02	18,110	230				
3			10.02	17,571	223				
4			10.01	18,662	237				
5			9.99	16,693	213				
6			9.98	17,914	229				
7			9.97	17,464	224				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.57, diámetro 10 cm, moldes de acero (permeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.57, DIÁMETRO 10 CM, MOLDE DE ACERO (PERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%)
1	11/05/2021	7	10.15	17,283	214	225	161.48	12.71	5.65
2			10.15	19,976	247				
3			10.17	18,183	224				
4			10.03	16,541	210				
5			10.16	18,642	230				
6			9.94	16,918	218				
7			10.14	18,837	233				
1	11/05/2021	14	10.18	20,489	252	257	173.24	6.43	2.50
2			10.19	21,080	258				
3			10.17	21,051	259				
4			10.19	22,037	270				
5			10.21	20,478	250				
6			10.18	20,777	256				
7			10.16	20,798	257				
1	11/05/2021	28	10.17	24,977	307	313	86.62	9.31	2.97
2			10.19	25,904	318				
3			10.30	26,350	317				
4			10.27	25,807	312				
5			10.20	26,768	328				
6			10.15	24,752	306				
7			10.17	24,340	300				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.57, diámetro 10 cm, moldes de plástico (impermeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.57, DIÁMETRO 10 CM, MOLDE DE PLÁSTICO (IMPERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	11/05/2021	7	9.93	16,254	210	214	17.24	4.15	1.94
2			9.97	16,964	218				
3			9.97	16,222	208				
4			9.96	17,045	219				
5			10.00	16,876	215				
6			9.95	16,840	217				
7			9.92	16,461	213				
1	11/05/2021	14	10.05	16,621	210	232	161.62	14.50	6.25
2			10.03	18,772	238				
3			10.05	19,375	244				
4			10.02	19,000	241				
5			9.96	18,919	243				
6			10.03	18,776	238				
7			10.03	16,840	213				
1	11/05/2021	28	10.00	23,402	298	295	177.33	13.32	4.51
2			10.00	22,806	290				
3			10.01	22,312	284				
4			9.99	24,616	314				
5			9.99	23,242	297				
6			9.98	21,456	275				
7			9.95	23,872	307				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.77, diámetro 15 cm, moldes de acero (permeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.77, DIÁMETRO 15 CM, MOLDE DE ACERO (PERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	06/05/2021	7	15.32	21,277	116	123	28.57	5.34	4.35
2			15.36	23,677	128				
3			15.11	21,745	121				
4			15.15	23,249	129				
5			15.26	22,801	125				
6			15.18	21,309	118				
1	06/05/2021	28	15.33	27,492	149	156	60.40	7.77	4.98
2			15.26	29,950	164				
3			15.36	29,305	158				
4			15.28	30,307	165				
5			15.37	28,578	154				
6			15.34	26,912	146				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.77, diámetro 15 cm, moldes de plástico (impermeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.77, DIÁMETRO 15 CM, MOLDE DE PLÁSTICO (IMPERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	06/05/2021	7	15.16	19,786	110	109	0.97	0.98	0.90
2			15.13	19,325	108				
3			15.17	19,875	110				
4			15.15	19,639	109				
5			15.12	19,385	108				
6			15.13	19,796	110				
1	06/05/2021	28	15.17	27,749	154	153	96.40	9.82	6.42
2			15.17	27,002	149				
3			15.15	26,228	145				
4			15.16	31,087	172				
5			15.19	26,638	147				
6			15.16	27,346	151				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.67, diámetro 15 cm, moldes de acero (permeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.67, DIÁMETRO 15 CM, MOLDE DE ACERO (PERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	04/05/2021	7	15.31	29,001	158	149	31.07	5.57	3.74
2			15.36	26,970	146				
3			15.32	26,545	144				
4			15.35	27,678	150				
5			15.17	27,361	151				
6			15.34	26,400	143				
1	04/05/2021	28	15.28	37,969	207	196	218.17	14.77	7.54
2			15.37	31,440	170				
3			15.25	35,220	193				
4			15.13	36,685	204				
5			15.10	34,156	191				
6			15.31	38,677	210				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.67, diámetro 15 cm, moldes de plástico (impermeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.67, DIÁMETRO 15 CM, MOLDE DE PLÁSTICO (IMPERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	04/05/2021	7	15.17	23,431	130	134	20.67	4.55	3.39
2			15.13	24,614	137				
3			15.11	23,067	129				
4			15.16	25,539	141				
5			15.15	23,895	133				
6			15.14	24,487	136				
1	04/05/2021	28	15.09	30,742	172	178	43.47	6.59	3.70
2			15.14	33,892	188				
3			15.06	32,909	185				
4			15.09	31,164	174				
5			15.09	31,588	177				
6			15.09	31,124	174				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.57, diámetro 15 cm, moldes de acero (permeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.57, DIÁMETRO 15 CM, MOLDE DE ACERO (PERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	11/05/2021	7	15.32	40,957	222	228	125.10	11.18	4.91
2			15.28	43,017	235				
3			15.42	41,103	220				
4			15.13	39,814	222				
5			15.23	44,994	247				
6			15.17	39,644	219				
1	11/05/2021	28	15.19	48,537	268	275	90.97	9.54	3.47
2			15.31	51,667	281				
3			15.17	49,518	274				
4			15.29	53,241	290				
5			15.33	48,507	263				
6			15.29	50,529	275				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27 **Resultados de los ensayos a la compresión, relación a/c=0.57, diámetro 15 cm, moldes de plástico (impermeables)**

RESULTADOS A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.57, DIÁMETRO 15 CM, MOLDE DE PLÁSTICO (IMPERMEABLE)									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Varianza	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	11/05/2021	7	15.05	37,872	213	222	27.07	5.20	2.34
2			15.12	39,748	222				
3			15.04	40,268	227				
4			15.12	39,581	221				
5			15.06	40,330	227				
6			15.06	39,230	220				
1	11/05/2021	28	15.14	47,279	263	264	63.10	7.94	3.01
2			15.15	49,495	275				
3			15.17	45,775	253				
4			15.16	46,317	257				
5			15.12	48,323	269				
6			15.15	47,571	264				

Fuente: Elaboración propia

4.6. Resumen y análisis de los resultados

Tabla 28 **Resumen de los resultados de los ensayos a la compresión, diámetro 10 cm**

PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS $\phi=10\text{cm}$ (KG/CM ²)						
RELACIÓN A/C	0.77		0.67		0.57	
MOLDES	permeables	impermeables	permeables	impermeables	permeables	impermeables
7 días	127	123	191	169	225	214
14 días	151	145	218	203	257	232
28 días	165	159	235	227	313	295

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 **Aumento de la resistencia a la compresión durante 28 días en los moldes de acero (permeables) con respecto a los moldes de plástico (impermeables), diámetro 10 cm**

AUMENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS EN LOS MOLDES DE ACERO (PERMEABLES) CON RESPECTO A LOS MOLDES DE PLÁSTICO (IMPERMEABLES) $\phi=10\text{cm}$ (%)			
RELACIÓN A/C	0.77	0.67	0.57
7 días	3.25%	13.02%	5.14%
14 días	4.14%	7.39%	10.78%
28 días	3.77%	3.52%	6.10%
PROMEDIO	3.72%	7.98%	7.34%
PROMEDIO TOTAL	6.35%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30 **Resumen de los resultados de los ensayos a la compresión, diámetro 15 cm**

PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS $\phi=15\text{cm}$ (KG/CM ²)						
RELACIÓN A/C	0.77		0.67		0.57	
MOLDES	permeables	impermeables	permeables	impermeables	permeables	impermeables
7 días	123	109	149	134	228	222
28 días	156	153	196	178	275	264

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 Aumento de la resistencia a la compresión durante 28 días en los moldes de acero (permeables) con respecto a los moldes de plástico (impermeables), diámetro 15 cm

AUMENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS EN LOS MOLDES DE ACERO (PERMEABLES) CON RESPECTO A LOS MOLDES DE PLÁSTICO (IMPERMEABLES) $\phi=15\text{cm}$ (%)			
RELACIÓN A/C	0.77	0.67	0.57
7 días	12.84%	11.19%	2.70%
28 días	1.96%	10.11%	4.17%
PROMEDIO	7.40%	10.65%	3.43%
PROMEDIO TOTAL	7.16%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32 Aumento de la resistencia a la compresión durante 28 días en los moldes de 10 cm de diámetro con respecto a los moldes de 15 cm de diámetro

AUMENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS EN LOS MOLDES DE $\phi=10\text{cm}$ CON RESPECTO A LOS DE $\phi=15\text{cm}$ (%)						
RELACIÓN A/C	0.77		0.67		0.57	
MOLDES	permeables	impermeables	permeables	impermeables	permeables	impermeables
7 días	3.25%	12.84%	28.19%	26.12%	-1.32%	-3.60%
28 días	5.77%	3.92%	19.90%	27.53%	13.82%	11.74%
PROMEDIO	4.51%	8.38%	24.04%	26.82%	6.25%	4.07%
PROMEDIO TOTAL	12.35%					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 Porcentaje de progresión de la resistencia a la compresión durante 28 días, diámetro 10 cm

PORCENTAJE DE PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS $\phi=10\text{cm}$						
RELACIÓN A/C	0.77		0.67		0.57	
MOLDES	permeables	impermeables	permeables	impermeables	permeables	impermeables
7 días	76.97%	77.36%	81.28%	74.45%	71.88%	72.54%
14 días	91.52%	91.19%	92.77%	89.43%	82.11%	78.64%
28 días	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34 **Porcentaje de progresión de la resistencia a la compresión durante 28 días, diámetro 15 cm**

PORCENTAJE DE PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS $\phi=15\text{cm}$						
RELACIÓN A/C	0.77		0.67		0.57	
	permeables	impermeables	permeables	impermeables	permeables	impermeables
7 días	78.85%	71.24%	76.02%	75.28%	82.91%	84.09%
28 días	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35 **Resumen de coeficientes de variación, diámetro 10 cm**

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN $\phi=10\text{cm}$ (%)						
RELACIÓN A/C	0.77		0.67		0.57	
	permeables	impermeables	permeables	impermeables	permeables	impermeables
7 días	4.08	3.87	6.18	5.14	5.65	1.94
14 días	6.40	4.96	6.04	6.26	2.50	6.25
28 días	3.60	1.84	4.78	3.41	2.97	4.51
PROMEDIO	4.69	3.56	5.67	4.94	3.71	4.23
PROMEDIO DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN - MOLDES DE ACERO					4.69 %	
PROMEDIO DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN - MOLDES DE PLÁSTICO					4.24 %	

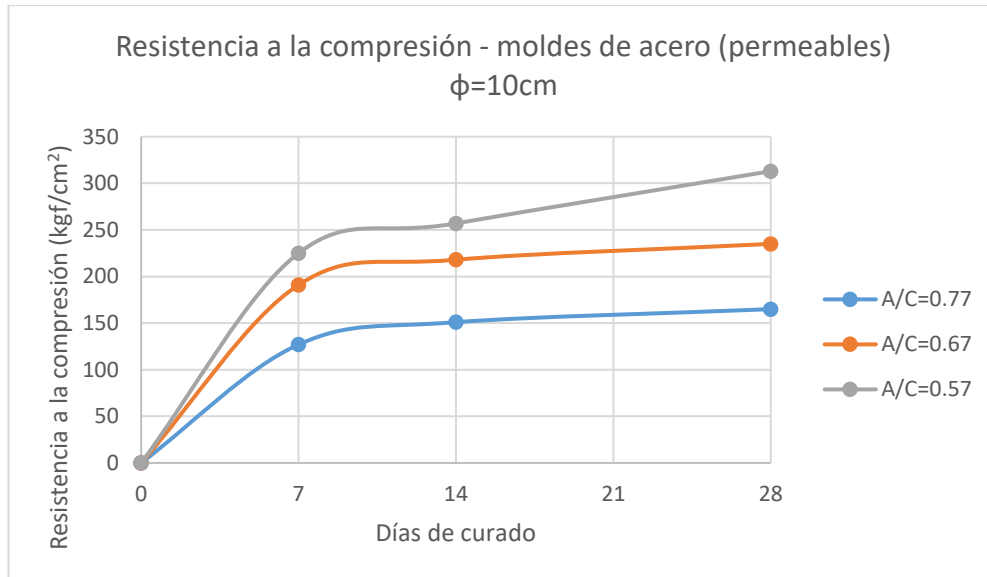
Fuente: Elaboración propia

Tabla 36 **Resumen de coeficientes de variación, diámetro 15 cm**

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN $\phi=15\text{cm}$ (%)						
RELACIÓN A/C	0.77		0.67		0.57	
	permeables	impermeables	permeables	impermeables	permeables	impermeables
7 días	4.35	0.90	3.74	3.39	4.91	2.34
28 días	4.98	6.42	7.54	3.70	3.47	3.01
PROMEDIO	4.66	3.66	5.64	3.55	4.19	2.68
PROMEDIO DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN - MOLDES DE ACERO					4.83 %	
PROMEDIO DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN - MOLDES DE PLÁSTICO					3.29 %	

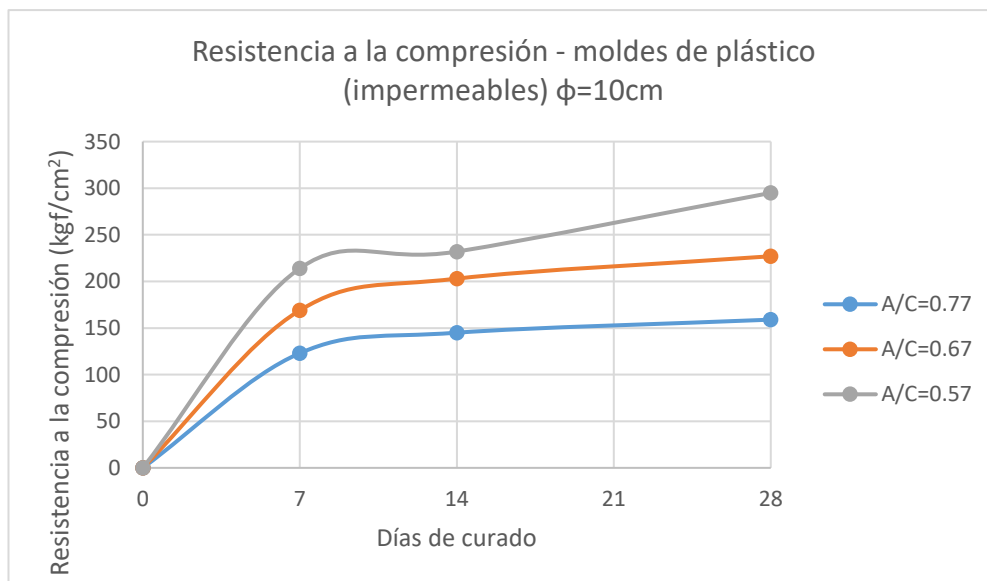
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, moldes de acero (permeables), diámetro 10 cm**



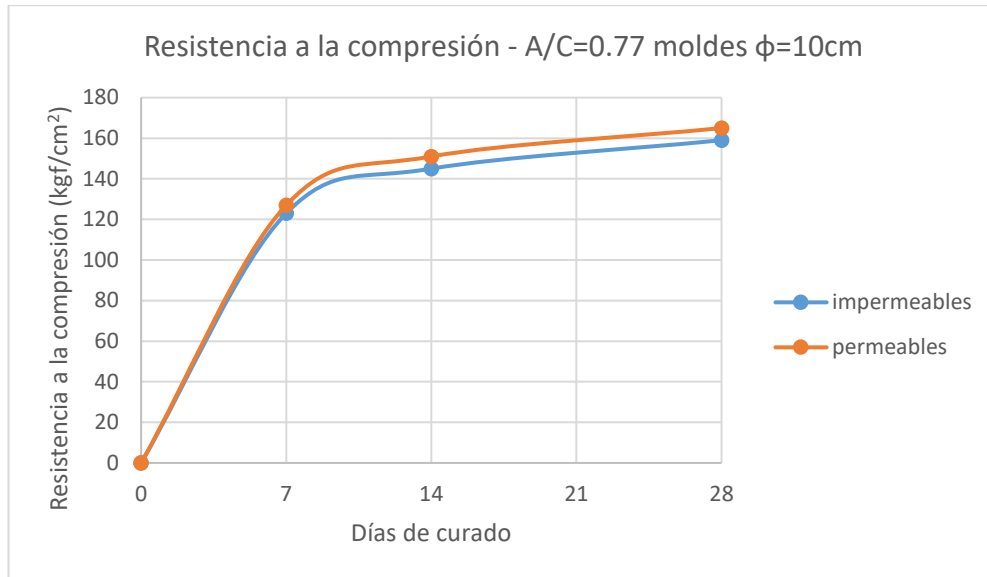
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, moldes de plástico (impermeables), diámetro 10 cm**



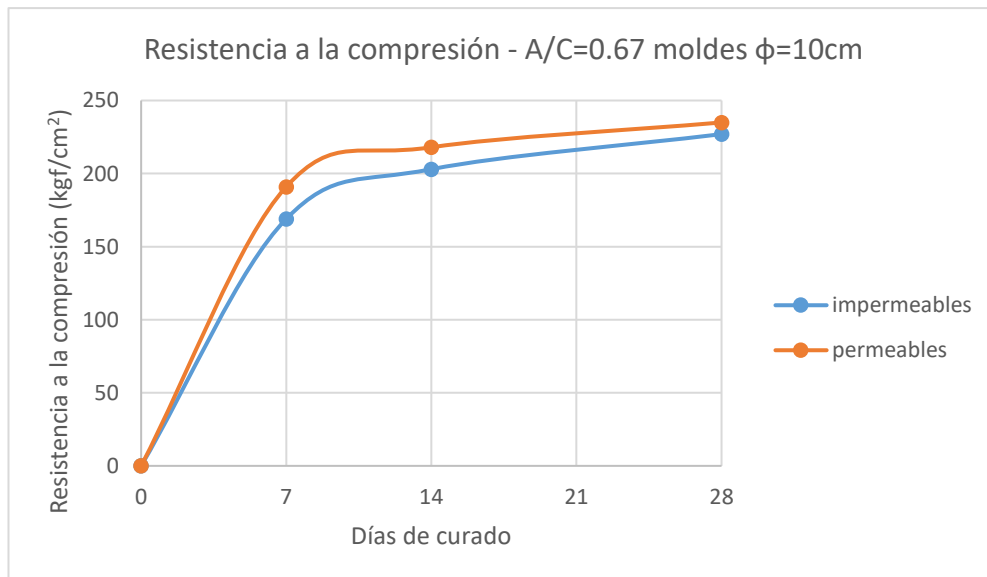
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.77$, diámetro 10 cm**



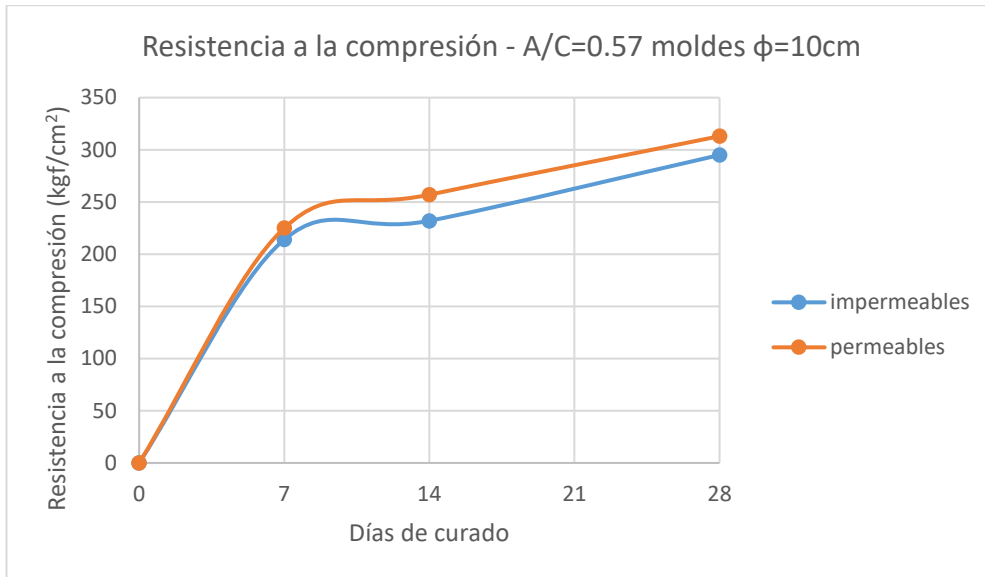
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.67$, diámetro 10 cm**



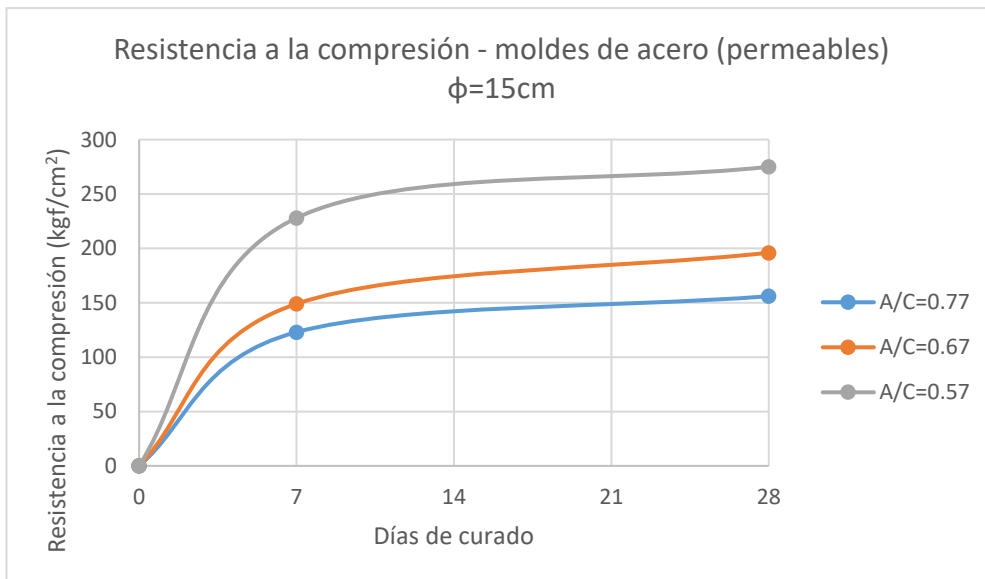
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.57, diámetro 10 cm**



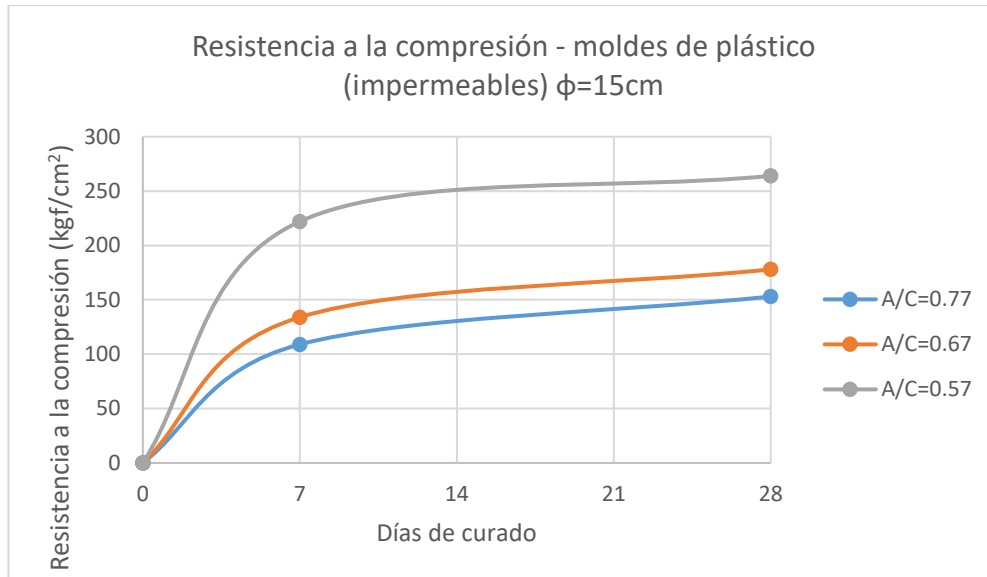
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, moldes de acero (permeables), diámetro 15 cm**



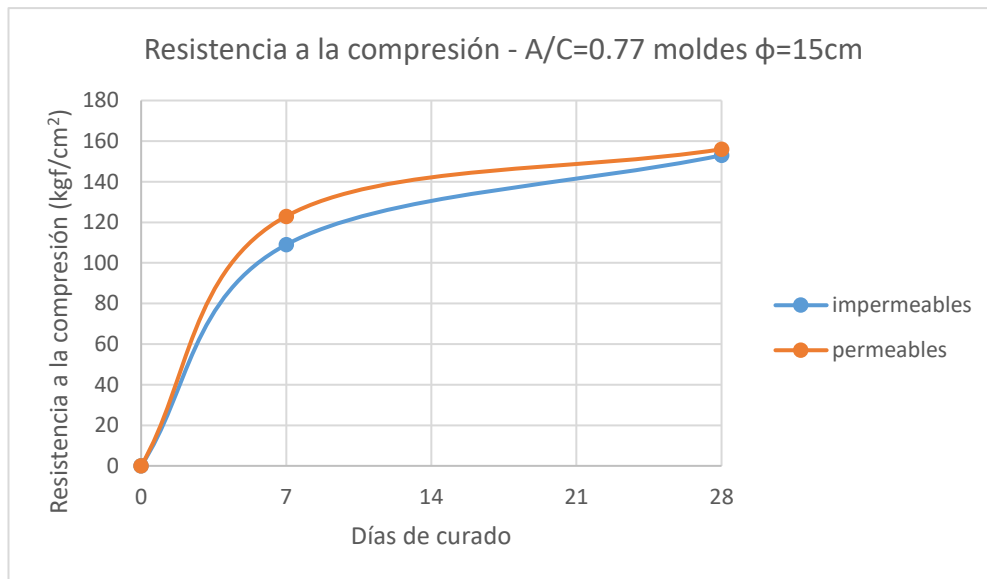
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, moldes de acero (impermeables), diámetro 15 cm**



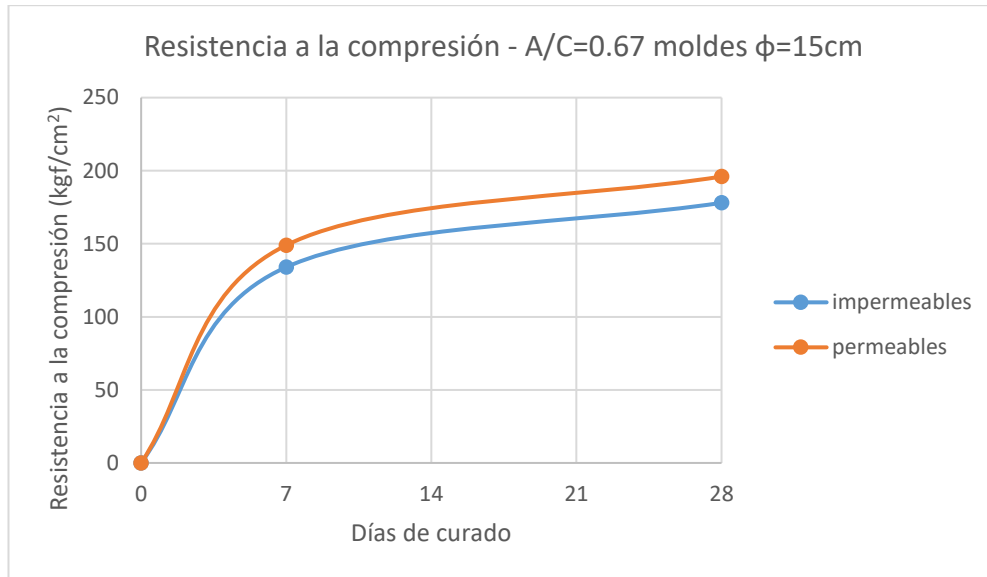
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación a/c=0.77, diámetro 15 cm**



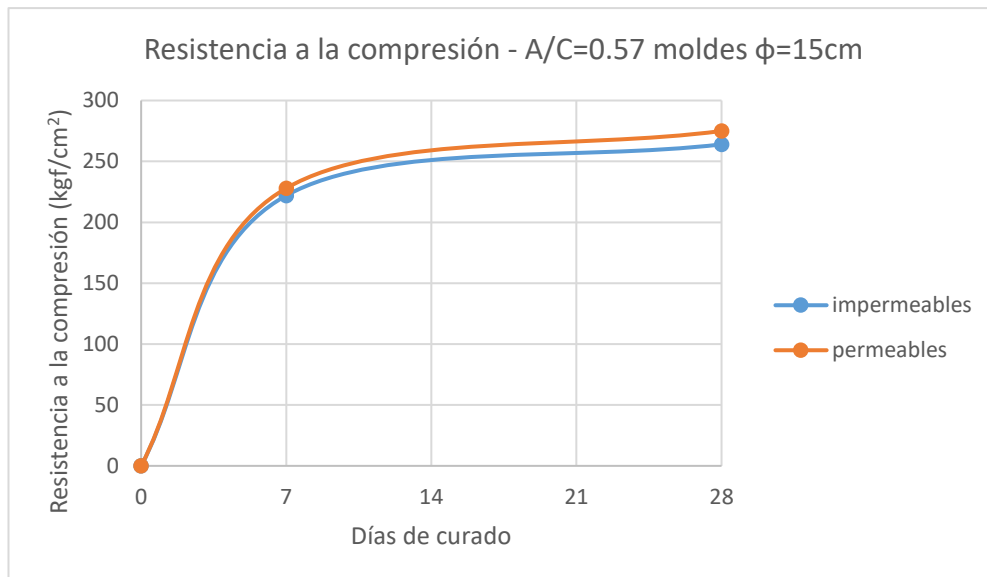
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.67$, diámetro 15 cm**



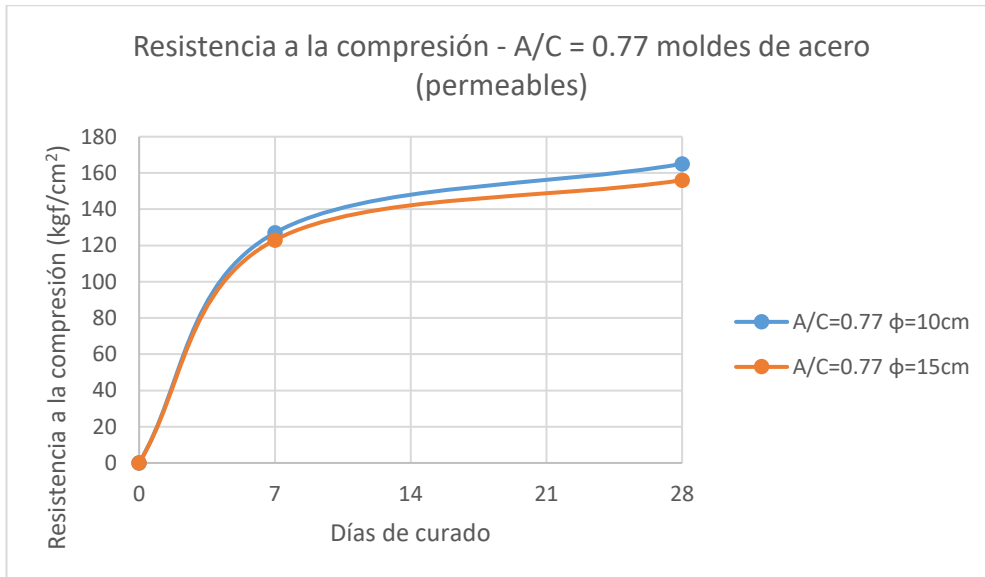
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 19 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.57$, diámetro 15 cm**



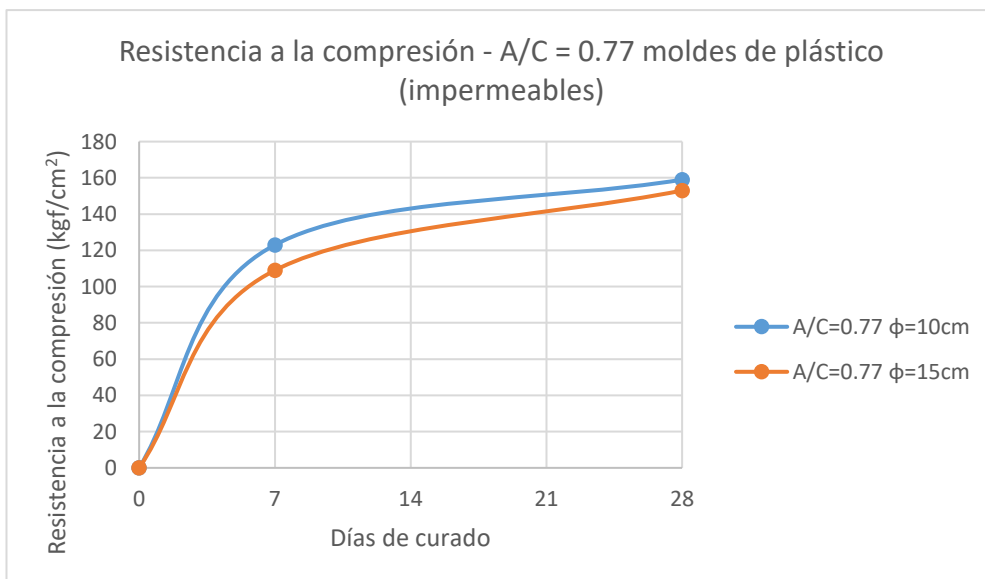
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 20 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.77$, moldes de acero (permeables)**



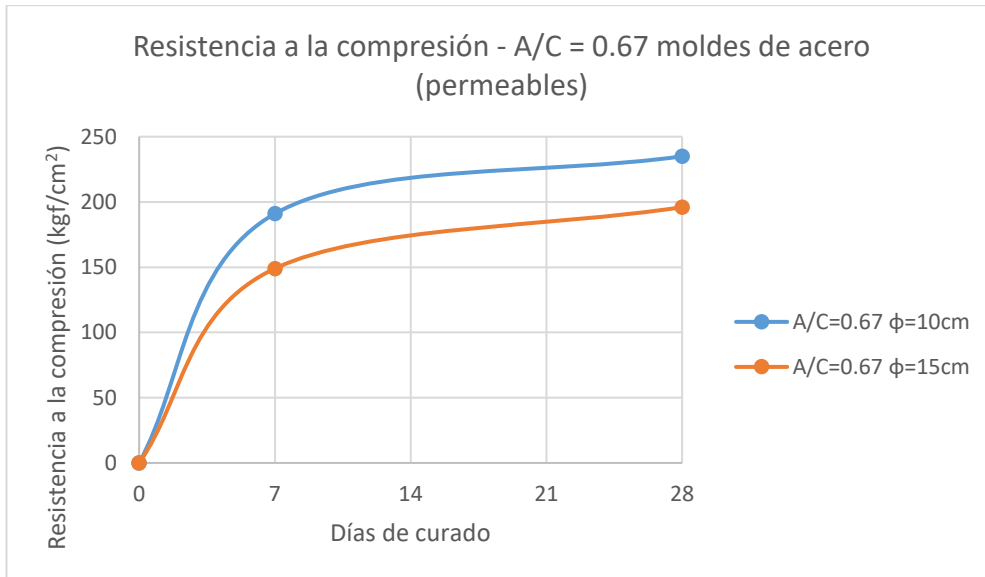
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 21 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.77$, moldes de plástico (impermeables)**



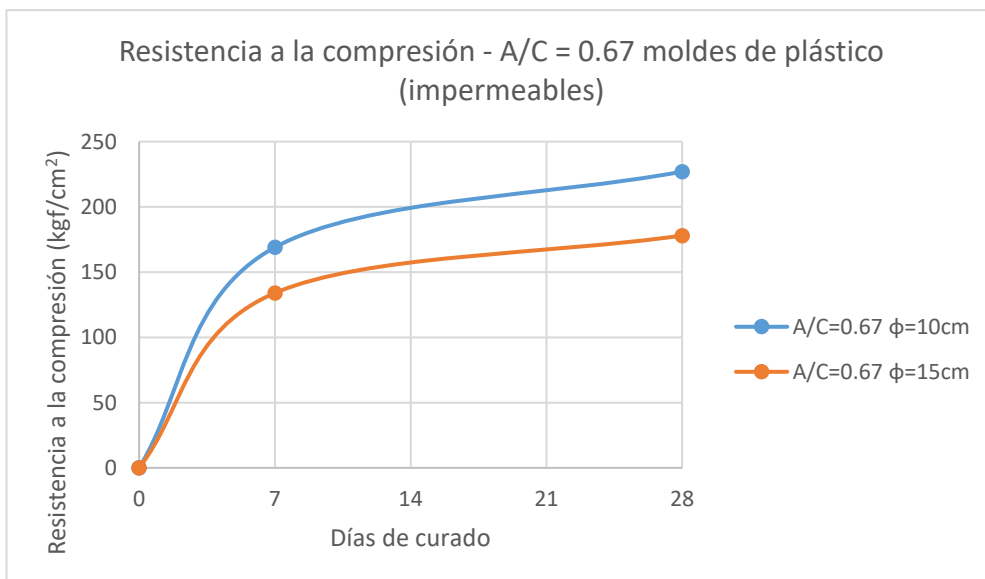
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 22 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.67$, moldes de acero (permeables)**



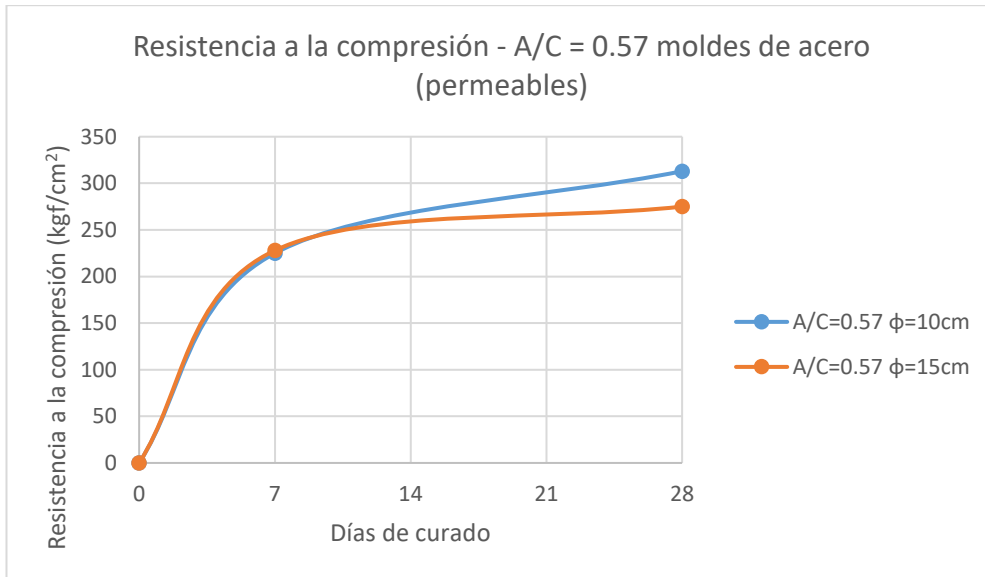
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 23 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.67$, moldes de plástico (impermeables)**



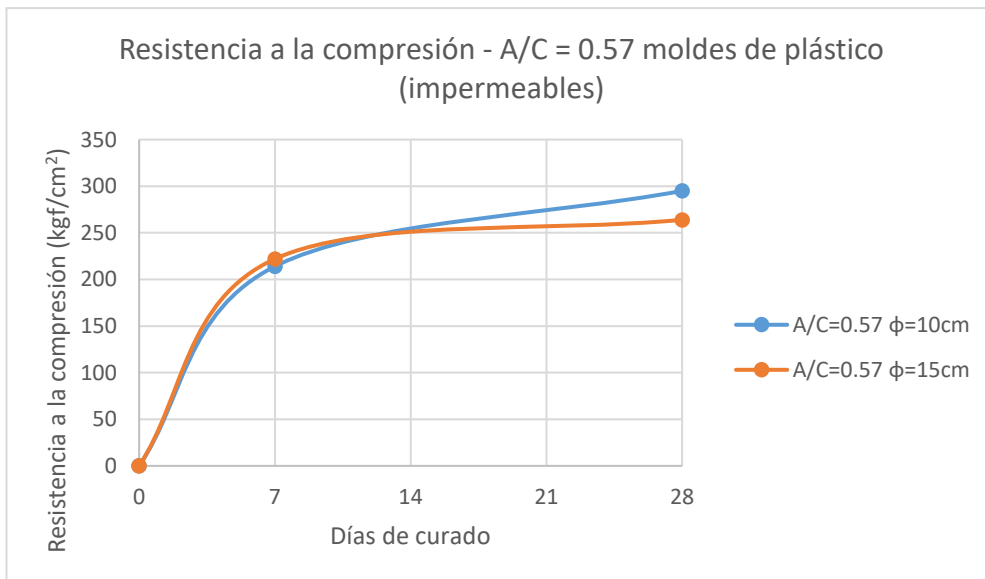
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 24 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.57$, moldes de acero (permeables)**



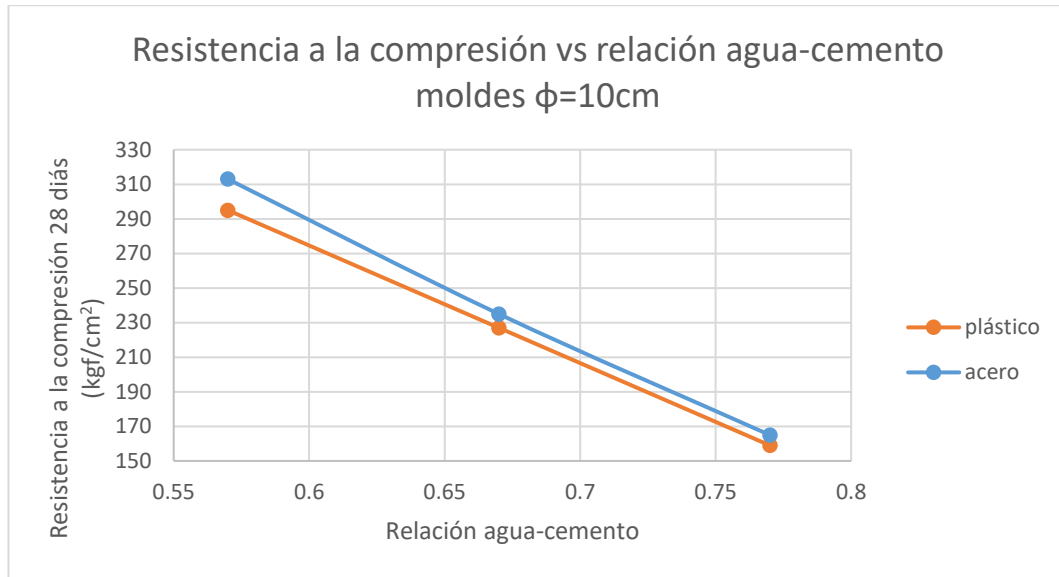
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 25 **Resistencia a la compresión vs edad del concreto, relación $a/c=0.57$, moldes de plástico (impermeables)**



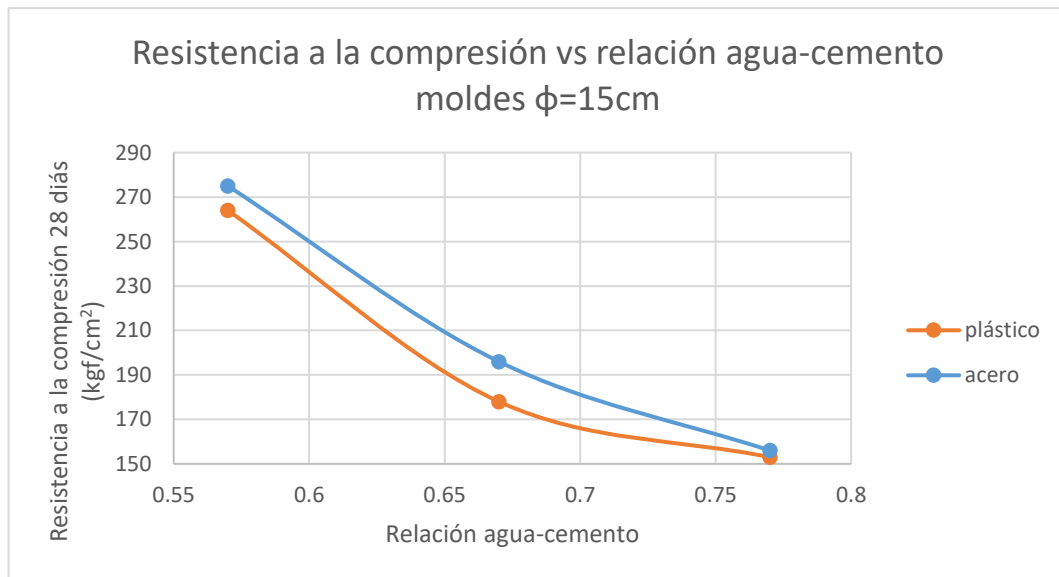
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 26 **Resistencia a la compresión vs relación agua-cemento, moldes de 10 cm de diámetro**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 27 **Resistencia a la compresión vs relación agua-cemento, moldes de 10 cm de diámetro**



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V. Discusión, conclusiones y recomendaciones

DISCUSIÓN

Para la relación agua-cemento 0.77 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de plástico de 10 cm de diámetro protegidos contra la fuga del agua a los 7, 14 y 28 días son respectivamente: 123, 145 y 159 kg/cm².

Para la relación agua-cemento 0.77 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de acero de 10 cm de diámetro no protegidos contra la fuga del agua a los 7, 14 y 28 días son respectivamente: 127, 151 y 165 kg/cm².

Se aprecia un aumento de resistencia a la compresión a favor de los moldes de acero de 3.25%, 4.14% y 3.77% a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

Para la relación agua-cemento 0.67 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de plástico de 10 cm de diámetro protegidos contra la fuga del agua a los 7, 14 y 28 días son respectivamente: 169, 203 y 227 kg/cm².

Para la relación agua-cemento 0.67 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de acero de 10 cm de diámetro no protegidos contra la fuga del agua a los 7, 14 y 28 días son respectivamente: 191, 218 y 235 kg/cm².

Se aprecia un aumento de resistencia a la compresión a favor de los moldes de acero de 13.02%, 7.39% y 3.52% a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

Para la relación agua-cemento 0.57 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de plástico de 10 cm de diámetro protegidos contra la fuga del agua a los 7, 14 y 28 días son respectivamente: 214, 232 y 295 kg/cm².

Para la relación agua-cemento 0.57 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de acero de 10 cm de diámetro no protegidos contra la fuga del agua a los 7, 14 y 28 días son respectivamente: 225, 257 y 313 kg/cm².

Se aprecia un aumento de resistencia a la compresión a favor de los moldes de acero de 5.14%, 10.78% y 6.10% a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

Para la relación agua-cemento 0.77 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de plástico de 15 cm de diámetro protegidos contra la fuga del agua a los 7 y 28 días son respectivamente: 109 y 153 kg/cm².

Para la relación agua-cemento 0.77 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de acero de 15 cm de diámetro no protegidos contra la fuga del agua a los 7 y 28 días son respectivamente: 123 y 156 kg/cm².

Se aprecia un aumento de resistencia a la compresión a favor de los moldes de acero de 12.84% y 1.96% a los 7 y 28 días respectivamente.

Para la relación agua-cemento 0.67 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de plástico de 15 cm de diámetro protegidos contra la fuga del agua a los 7 y 28 días son respectivamente: 134 y 178 kg/cm².

Para la relación agua-cemento 0.67 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de acero de 15 cm de diámetro no protegidos contra la fuga del agua a los 7 y 28 días son respectivamente: 149 y 196 kg/cm².

Se aprecia un aumento de resistencia a la compresión a favor de los moldes de acero de 11.19% y 10.11% a los 7 y 28 días respectivamente.

Para la relación agua-cemento 0.57 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de plástico de 15 cm de diámetro protegidos contra la fuga del agua a los 7 y 28 días son respectivamente: 222 y 264 kg/cm².

Para la relación agua-cemento 0.57 resistencia a la compresión de los testigos elaborados en los moldes de acero de 15 cm de diámetro no protegidos contra la fuga del agua a los 7 y 28 días son respectivamente: 228 y 275 kg/cm².

Se aprecia un aumento de resistencia a la compresión a favor de los moldes de acero de 2.70% y 4.17% a los 7 y 28 días respectivamente.

Para relación agua-cemento 0.77 se aprecia un aumento de resistencia a la compresión a favor de los moldes de plástico de 10 cm con respecto a los moldes de 15 cm de 12.84% y 3.92% a los 7 y 28 días respectivamente.

Para relación agua-cemento 0.77 se aprecia un aumento de resistencia a la compresión a favor de los moldes de acero de 10 cm con respecto a los moldes de 15 cm de 3.25% y 5.77% a los 7 y 28 días respectivamente.

Para relación agua-cemento 0.67 se aprecia un aumento de resistencia a la compresión a favor de los moldes de plástico de 10 cm con respecto a los moldes de 15 cm de 26.12% y 27.53% a los 7 y 28 días respectivamente.

Para relación agua-cemento 0.67 se aprecia un aumento de resistencia a la compresión a favor de los moldes de acero de 10 cm con respecto a los moldes de 15 cm de 28.19% y 19.90% a los 7 y 28 días respectivamente.

Para relación agua-cemento 0.57 se aprecia una disminución de resistencia a la compresión a favor de los moldes de plástico de 10 cm con respecto a

los moldes de 15 cm de 1.32% a los 7 días y un aumento de resistencia de 11.74% a los 28 días.

Para relación agua-cemento 0.57 se aprecia una disminución de resistencia a la compresión a favor de los moldes de plástico de 10 cm con respecto a los moldes de 15 cm de 3.60% a los 7 días y un aumento de resistencia de 11.74% a los 28 días.

En relación de otros trabajos de investigación de (*Josserand L., 2006*) (4) las muestras de 15 cm de diámetro presentaron un aumento mayor que de los de 10 cm (7.16% frente a 6.35%). La investigación mencionada arrojó resultados en los cuales, a mayor altura de la muestra del concreto, mayor capacidad de la exudación del concreto. Las muestras de 15 cm de diámetro tienen altura aproximada de 30 cm frente a las de 10 cm de diámetro con 20 cm de altura aprox. Por consiguiente, muestras de 15 cm de diámetro presentan mayor capacidad de exudación. A mayor exudación, mayor consolidación y ajuste entre las partículas sólidas como está descrito en las investigaciones (*Josserand L., 2006*) (4) y (*Tan T.S., 1987*) (5).

Los moldes de acero permeables presentan dos vías del escape del agua por arriba y por debajo en la junta del molde con la base, donde no se aplicó ninguna forma del sellante. En cambio, los moldes de plástico impermeables desde abajo presentan solo un camino del escape del agua de la exudación, es decir por arriba. Moldes de acero presentaron entonces mayor exudación y por consiguiente mayor consolidación y ajuste entre partículas. Además, la reducción de la relación agua-cemento.

Con respecto con la investigación de (*Giaccio G., 1986*) (6) la diferenciación de la resistencia entre los niveles superiores e inferiores en la muestra disminuye en los moldes de acero por mismo motivo, resultando los testigos con resistencia más uniforme a lo largo de la probeta.

En la investigación de (Giaccio G., 1986) (6) se concluye que, para concretos con altos valores de exudación, evaluación del concreto a partir de las muestras hechas en moldes no son representativas con respecto a

la estructura real. Esta conclusión se confirma en esta tesis, debido a que se observa una clara tendencia del aumento de la resistencia en un molde permeable con respecto a uno impermeable.

CONCLUSIÓN

El concreto muestreado incorrectamente sin prevención de la fuga del agua de la exudación aumenta la resistencia a la compresión del concreto endurecido. El efecto se vio en tres mezclas sin patrón claro con respecto a la relación agua-cemento. El aumento resultó en promedio en 6.35 % para moldes de 10 cm de diámetro y 7.16 % para moldes de 15 cm de diámetro. Esos resultados indican que en general en las obras, donde no se practica el correcto muestreo del concreto, los resultados están levemente inflados.

Conclusión general

Los testigos del concreto elaborados correctamente con sellado adecuado contra la fuga de agua presentan las propiedades mecánicas inferiores a los hechos en moldes sin sellado adecuado gracias a disminución de cantidad del agua en concreto, bajando relación agua-cemento.

El concreto muestreado incorrectamente sin prevención de la fuga del agua de la exudación aumenta la resistencia a la compresión del concreto endurecido. El efecto se vio en tres mezclas sin patrón claro con respecto a la relación agua-cemento. El aumento resultó en promedio en 6.35 % para moldes de 10 cm de diámetro y 7.16 % para moldes de 15 cm de diámetro. Esos resultados indican que en general en las obras, donde no se practica el correcto muestreo del concreto, los resultados están levemente inflados.

Conclusiones específicas

- El uso de los moldes de plástico disminuye la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena con respecto a uso de moldes de acero.
- Resistencia de los testigos preparados en moldes de 10 cm de diámetro supera a las de 15 cm en el concreto cemento-arena.

RECOMENDACIÓN

Recomendación general

En el presente trabajo de investigación no se tomó en cuenta el grado de permeabilidad de los moldes. Se recomienda elaborar una investigación que permita medir esta variable.

Conclusiones específicas

- Se recomienda investigar la correlación entre la cantidad de la pérdida del agua en el concreto antes del fraguado y aumento de su resistencia.
- Se recomienda investigar la relación de resistencias del concreto elaborado con varios tamaños de los moldes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Angulo Roldan, Alex y Guerra Torres, Jesús.** *Explotación de agregados pétreos de canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires - Picota - San Martín, sus características y comportamiento en la preparación de concreto.* Iquitos : s.n., 2019.
2. **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DE LA CANTERA BOCA NEGRA DEL SECTOR DE PEÑA NEGRA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA. Dávila y Vargas.** Iquitos : s.n., 2006.
3. **Abdev, M., y otros.** *Estudio de la exudación y retracción en el microconcreto para la reparación de estructuras de concreto armado.* 2002.
4. **Pasquel, E.** *Tecnología del concreto – cambios volumétricos y fisuración.* 2010.
5. *Bleeding of concrete as an ageing consolidation process.* **Josserand, Laurent, Coussy, Olivier y De Larrard, Francois.** Orlean, Francia : s.n., 2006.
6. *Consolidation model for bleeding of cement paste.* **Tan, T.S., y otros.** Singapur : Advances in Cement Research, 1987, Vol. 1.
7. *Bleeding: Evaluation of its effects on concrete behaviour.* **Giaccio, Graciela y Giovambattista, Alberto.** s.l. : Materials and Structures, 1986, Vol. 54.
8. **SENCICO.** *Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E 0.60 Concreto Armado.* Lima : s.n., 2020.

9. **Nilson, Arthur H.** *Diseño de estructuras de Concreto*. Colombia : MC Graw - Hill, 1999.
10. **Gonzales, F.** *Manual de Supervisión de Obras de Concreto*. s.l. : Limusa, 2002.
ISBN: 9789681859077.
11. **Ari, I.** *Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland Tipo I*. Lima : s.n., 2002.
12. **The American Society for Testing and Materials.** *ASTM C 150 Standard Specification for Portland Cement*. 2000.
13. —. *ASTM C 1157 Standard Performance Specification for Hidraulic Cement*. 2000.
14. **NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 400.011. AGREGADOS.** *Definición y clasificación de agregados para usos en morteros y hormigones (concretos)*. Lima : s.n., 2008.
15. **Chávez, M. y Pinchi, E.** *Producción Industrial de agregados y concreto en la ciudad de Tarapoto*. Tarapoto : s.n., 2015.
16. **Rivva, E.** *Tecnología del Concreto. Diseño de Mezclas*. Lima : s.n., 2007.
17. **NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 400.010. AGREGADOS.** *Extracción y preparación de las muestras*. Lima : s.n., 2011.

18. **The American Society for Testing and Materials.** *ASTM C 702 Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size.* 2000.
19. **NORMA TÉCNICA PERUANA.** *NTP 400.017. AGREGADOS. Método del ensayo para determinar el peso unitario del agregado.* Lima : s.n., 1999.
20. —. *NTP 400.022. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.* Lima : s.n., 2013.
21. —. *NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO . Lima : s.n., 2001. Norma Técnica .
22. **The American Society for Testing and Materials.** *ASTM C 33 Standard Specification for Concrete Aggregates.* 2001.
23. **NORMA TÉCNICA PERUANA.** *NTP 339.049. CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto.* Lima : s.n., 1999.
24. —. *NTP 339.035. CONCRETO. Método del ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.* Lima : s.n., 1999.
25. —. *NTP 339.184. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).* Lima : s.n., 2002.

26. —. *NTP 339.034. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima : s.n., 2015.

27. **Universidad de Huánuco (UDH)**. Docsity. [En línea] [Citado el: 12 de noviembre de 2021.] <https://www.docsity.com/es/la-exudacion-del-concreto/5012536/>.

ANEXOS

ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL USO DE MOLDES DE PLÁSTICO SELLADOS Y MOLDES DE ACERO SIN SELLAR EN CONCRETO CEMENTO-ARENA, IQUITOS 2021.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	variables	Indicadores	Índices
<p>General:</p> <p>¿Cuál es la diferencia de propiedades mecánicas entre concreto cemento-arena muestreado en moldes de plástico sellados contra la fuga de agua y moldes de acero sin sellar que pierde el agua por exudación, Iquitos 2021?</p> <p>Específicos:</p> <p>¿En qué medida el uso de los moldes de plásticos cambia la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena con respecto a uso de moldes de acero, Iquitos año 2021?</p> <p>¿En qué medida el tamaño de los moldes de plástico y acero cambia la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena con respecto a uso de moldes de acero, Iquitos año 2021?</p>	<p>General:</p> <p>Determinar la diferencia de propiedades mecánicas entre concreto cemento-arena muestreado en moldes de plástico sellados contra la fuga de agua y moldes de acero sin sellar que pierde el agua por exudación, Iquitos 2021.</p> <p>Específicos:</p> <p>Determinar en qué medida el uso de los moldes de plásticos cambia la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena con respecto a uso de moldes de acero, Iquitos año 2021.</p> <p>Determinar en qué medida varía la resistencia según el tamaño de los moldes de plástico y acero en el concreto cemento-arena, Iquitos año 2021.</p>	<p>General:</p> <p>Los testigos del concreto elaborados correctamente con sellado adecuado contra la fuga de agua presentarán las propiedades mecánicas y físicas inferiores a los hechos en moldes sin sellado adecuado gracias a disminución de cantidad del agua en concreto, bajando relación agua-cemento, Iquitos año 2021.</p> <p>Específicos:</p> <p>El uso de los moldes de plásticos bajará la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena con respecto a uso de moldes de acero, Iquitos año 2021.</p> <p>Los testigos de los moldes de menor tamaño tendrán una variación mayor entre hechos en moldes de plástico y de acero, Iquitos año 2021.</p>	<p>Variable independiente X (causa): uso de moldes de plástico sellados y uso de moldes de acero sin sellado contra fuga de agua.</p> <p>Variable dependiente Y (efecto): propiedades mecánicas del concreto cemento-arena.</p>	<p>Moldes de plástico o moldes de acero</p> <p>Resistencia a la compresión $\phi=10\text{cm}$</p> <p>Resistencia a la compresión $\phi=15\text{cm}$</p>	<p>-</p> <p>Kg/cm²</p> <p>Kg/cm²</p>

ANEXO N° 2: DISEÑOS DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	APU TIPO GU
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

	AGREGADO FINO
Peso Específico base seca	2.643
Peso Específico SSS	: 2.652
Porcentaje de Absorción	: 0.37 %
Peso Unitario Suelto	: 1,432 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,643 Kg/m ³
Modulo de Fineza	: 1.62
Humedad para Diseño	: 12.21 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Asentamiento Slump	:	2 1/2" - 3 1/2"
Estimación de Agua	:	290 Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.77
Factor Cemento	:	C=A/Rac 290.00 / 0.77 = 376.6 = 8.86 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	376.6 / 3030	=	0.124 m ³
Agua	:	290.00 / 1000	=	0.290 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m ³
				0.499 m ³
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.499	=	0.501 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.501 x 2643	=	1323.2 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	376.6 Kg/m ³
Agua	:	290.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1323.2 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1323.23 x 1.1221	=	1484.79 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	12.21 - 0.37	=	11.84 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1323.23 x 0.1184	=	156.67 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	290.00 - 156.67	=	133.33 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	376.6 Kg/m ³
Agua	:	133.3 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1484.8 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	376.60 / 376.60	=	1.00
Agregado Fino	:	1484.79 / 376.60	=	3.94
Agua	:	0.35 x 42.50	=	14.88

DOSIFICACIÓN EN PESO

C	AF	Agua
1	3.94	14.88

Lts/m³

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1606.85 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

C	AF	Agua
1	3.65	14.88

Lts/m³

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	167.5 Kg
Agua Efectiva	:	14.9 Lts.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.77**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	376.60 kg	0.12429 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1328.12 kg	0.50071 m3
AGUA :	290.00 kg	0.29000 m3
TOTAL DE MATERIALES	1994.72 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1994.72 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2180.03 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8907	8855	8878
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5991	5939	5962
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.119	2.101	2.109
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.10966		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2109.66		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{1994.72 \text{ kg.}}{2109.656667 \text{ kg/m}^3} = 0.945519 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.945519 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.946$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{376.6 \text{ m}^3}{0.945519 \text{ m}^3} = 398.3 \text{ kg/m}^3 = 9.37 \text{ bolsas/r}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 3.23 % Método gravimétrico

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	398.30 kg	0.131 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1404.65 kg	0.530 m3
AGUA :	306.71 lts.	0.307 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.032 m3
TOTAL :	2109.66 kg	1.0000 m3

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	APU TIPO GU
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

	AGREGADO FINO
Peso Específico base seca	2.643
Peso Específico SSS	: 2.652
Porcentaje de Absorción	: 0.37 %
Peso Unitario Suelto	: 1,432 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,643 Kg/m ³
Modulo de Fineza	: 1.62
Humedad para Diseño	: 9.45 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Asentamiento Slump	:	2 1/2" - 3 1/2"
Estimación de Agua	:	288.95 Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.67
Factor Cemento	:	C=A/Rac 288.95 / 0.6672 = 433.1 = 10.19 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	433.1 / 3030	=	0.143 m ³
Agua	:	288.95 / 1000	=	0.289 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m ³
				0.517 m ³
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.517	=	0.483 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.483 x 2643	=	1276.7 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	433.1 Kg/m ³
Agua	:	289.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1276.7 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1276.72 x 1.0945	=	1397.37 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	9.45 - 0.37	=	9.08 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1276.72 x 0.0908	=	115.926 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	288.95 - 115.93	=	173.02 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	433.1 Kg/m ³
Agua	:	173.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1397.4 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	433.10 / 433.10	=	1.00
Agregado Fino	:	1397.37 / 433.10	=	3.23
Agua	:	0.40 x 42.50	=	17.00

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">C</td> <td style="padding: 0 10px;">AF</td> <td style="padding: 0 10px;">Agua</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">: 3.23</td> <td style="padding: 0 10px;">: 17.00</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	: 3.23	: 17.00	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	: 3.23	: 17.00							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1567.32 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">C</td> <td style="padding: 0 10px;">AF</td> <td style="padding: 0 10px;">Agua</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">: 3.07</td> <td style="padding: 0 10px;">: 17.00</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	: 3.07	: 17.00	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	: 3.07	: 17.00							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	137.3 Kg
Agua Efectiva	:	17.0 lts.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.67**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	433.10 kg	0.14294 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1281.45 kg	0.48311 m3
AGUA :	288.95 kg	0.28895 m3
TOTAL DE MATERIALES	2003.50 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2003.50 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2189.62 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8954	8950	8941
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	6038	6034	6025
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.136	2.134	2.131
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.13383		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2133.83		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2003.5 \text{ kg.}}{2133.826667 \text{ kg/m}^3} = 0.938923 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.938923 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.939$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{433.1 \text{ m}^3}{0.938923 \text{ m}^3} = 461.27 \text{ kg/m}^3 = 10.85 \text{ bolsas/}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 2.55 % Método gravimétrico

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	461.27 kg	0.152 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1364.80 kg	0.515 m3
AGUA :	307.75 lts.	0.308 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.025 m3
TOTAL	2133.82 kg	1.0000 m3

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	APU TIPO GU
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

	AGREGADO FINO
Peso Específico base seca	2.643
Peso Específico SSS	: 2.652
Porcentaje de Absorción	: 0.37 %
Peso Unitario Suelto	: 1,432 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,643 Kg/m ³
Modulo de Fineza	: 1.62
Humedad para Diseño	: 10.53 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Asentamiento Slump	:	2 1/2" - 3 1/2"
Estimación de Agua	:	280 Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.57
Factor Cemento	:	C=A/Rac 280.00 / 0.57 = 491.2 = 11.56 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	491.2 / 3030	=	0.162 m ³
Agua	:	280.00 / 1000	=	0.280 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m ³
				0.527 m ³
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.527	=	0.473 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.473 x 2643	=	1249.7 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	491.2 Kg/m ³
Agua	:	280.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1249.7 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1249.70 x 1.1053	=	1381.29 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	10.53 - 0.37	=	10.16 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1249.70 x 0.1016	=	126.97 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	280.00 - 126.97	=	153.03 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	491.2 Kg/m ³
Agua	:	153.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1381.3 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	491.20 / 491.20	=	1.00
Agregado Fino	:	1381.29 / 491.20	=	2.81
Agua	:	0.31 x 42.50	=	13.18

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">C</td> <td style="padding: 0 10px;">AF</td> <td style="padding: 0 10px;">Agua</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">: 2.81</td> <td style="padding: 0 10px;">: 13.18</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	: 2.81	: 13.18	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	: 2.81	: 13.18							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1582.79 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">C</td> <td style="padding: 0 10px;">AF</td> <td style="padding: 0 10px;">Agua</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">: 2.64</td> <td style="padding: 0 10px;">: 13.18</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	: 2.64	: 13.18	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	: 2.64	: 13.18							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	119.4 Kg
Agua Efectiva	:	13.2 Lts.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.57**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	491.20 kg	0.16211 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1254.32 kg	0.47289 m3
AGUA :	280.00 kg	0.28000 m3
TOTAL DE MATERIALES	2025.52 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2025.52 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2213.69 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8843	8849	8840
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5927	5933	5924
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.097	2.099	2.096
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09692		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2096.92		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2025.52 \text{ kg.}}{2096.923333 \text{ kg/m}^3} = 0.965949 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.965949 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.966$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{491.2 \text{ m}^3}{0.965949 \text{ m}^3} = 508.52 \text{ kg/m}^3 = 11.97 \text{ bolsas/}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 5.27 % Método gravimétrico

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	508.52 kg	0.168 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1298.54 kg	0.490 m3
AGUA :	289.87 lts.	0.290 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.053 m3
TOTAL	2096.93 kg	1.0000 m3

ANEXO N° 3: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO APU TIPO GU



Ficha Técnica

CEMENTO APU

Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo GU obtenido de la molienda Clinker Tipo I y adiciones seleccionadas.

Beneficios:

- Óptimos resultados en el Desarrollo de las Resistencias a la Compresión, trabajabilidad y acabado.
- Brinda alta adherencia a los ladrillos y buen acabado en el trabajo.
- Permite un menor tiempo de desencofrado.

Usos:

- De uso general.
- Para todo tipo de obras que no tengan requerimientos especiales de un tipo de cemento.
- Buen acabado de tarrajes de paredes exteriores e interiores con acabados finos y normales.
- Buen desarrollo de resistencias a la compresión que permiten un menor tiempo de desencofrado.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.

Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

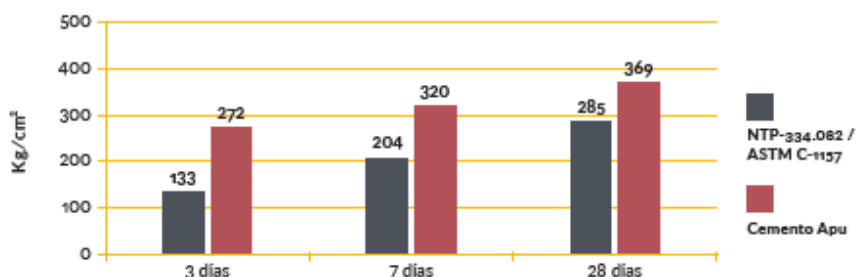
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.082 / ASTM C-1157 vs. Cemento Apu



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Apu	Requisitos NTP-334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	3.71	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	365	No específica
Densidad	g/ml	3.03	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	272	Mínimo 133
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	320	Mínimo 204
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	369	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	128	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	300	Máximo 420
Barras curadas en agua			
Expansión a 14 días	%	0.015	Máximo 0.020
Calor de Hidratación			
Calor de hidratación a 7 días	kcal/kg	69	No específica
Calor de hidratación a 28 días	kcal/kg	75	No específica

*Requisito opcional

PANEL FOTOGRAFICO



Análisis granulométrico del agregado fino



Muestras del agregado fino para los ensayos de análisis granulométrico y pasante de la malla n°200



Ensayo de absorción y peso específico del agregado fino.



Ensayo de peso unitario del agregado fino.



Mezclado y uniformización de la humedad del agregado fino.



Preparación de los moldes.



Pesaje del agregado fino para realización de la mezcla.



Pesaje del agregado fino para realización de la mezcla.



Preparación de la mezcla.



Preparación de los testigos dentro de los moldes de acero y plástico.



Peso unitario del concreto fresco.



Curado de los testigos del concreto.



Resistencia a la compresión – molde de 15 cm de diámetro.



Resistencia a la compresión – molde de 10 cm de diámetro.