



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para
optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas,

Lima 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Palomino Astete, Jonathan Yohel (ORCID: 0000-0001-6175-5878)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a Dios por permitirme lograr alcanzar uno de mis objetivos. A todas las personas que me brindaron su apoyo en el transcurso de mi etapa universitaria.

A mis padres, que son mi principal motivación y siempre los llevo presente en todos mis proyectos y cuyos consejos y valores enseñados a lo largo de mi vida han hecho que siempre siga adelante en todo lo que me proponga.

A mis hermanas, de las cuales siempre recibí su apoyo y palabras de aliento para salir adelante.

A la plana docente de la universidad, quienes han sido los principales referentes en los conocimientos adquiridos a lo largo de mi vida universitaria.

A todos ellos, mil gracias por su apoyo.

Agradecimiento

Agradezco de manera infinita a Dios y a cada persona que me guio y dio su apoyo durante el proceso de obtención de mi bachillerato y título universitario.

A mi Familia, mi padre Nemecio Palomino Serrano, mi madre Juana Astete Luna, mis hermanas Kelly, Karina, Carol, Claudia. Les estaré eternamente agradecido.

Al Dr. César Acuña Peralta, cuya Universidad fundada por su persona, me ha permitido estudiar una carrera profesional que satisfaga mis necesidades personales y me permita brindar apoyo a la sociedad.

A cada uno de ellos, mil gracias.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de gráficos.....	ix
Índice de fórmulas.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. MARCO TEÓRICO.....	16
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	26
3.2 Variables y operacionalización.....	27
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	32
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.5 Procedimiento.....	36
3.6 Métodos de análisis de datos.....	62
3.7 Aspectos éticos.....	63
IV. RESULTADOS.....	64
V. DISCUSIÓN.....	126
VI. CONCLUSIONES.....	131
VII. RECOMENDACIONES.....	132
REFERENCIAS.....	133
ANEXOS.....	142

Índice de tablas

Tabla 01: Diámetros máximos de especímenes de ensayo.....	25
Tabla 02: Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración.....	25
Tabla 03: Orden de tamices para granulometría de agregado fino.....	40
Tabla 04: Orden de tamices para granulometría de agregado grueso.....	45
Tabla 05: Resistencia promedio para el diseño de mezcla	49
Tabla 06: Revenimientos o asentamientos del concreto.....	50
Tabla 07: Relación agua – cemento y resistencia a la compresión del concreto..	51
Tabla 08: Cantidad de agua por metro cúbico de concreto	52
Tabla 09: Contenido de aire atrapado.....	53
Tabla 10: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	54
Tabla 11: Proporciones en peso de los agregados	56
Tabla 12: Granulometría del agregado fino.....	65
Tabla 13: Valores obtenidos para el cálculo de contenido de humedad.....	67
Tabla 14: Datos preliminares para la obtención del peso específico.....	68
Tabla 15: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.....	69
Tabla 16: Datos para determinar el PUs y PUC.....	71
Tabla 17: Cantidades mínimas para granulometría agregado grueso.....	72
Tabla 18: Granulometría del agregado grueso.....	73
Tabla 19: Valores obtenidos para el cálculo de contenido de humedad.....	75
Tabla 20: Pesos mínimos para ensayo de peso específico de agregado grueso ..	76
Tabla 21: Datos preliminares para la obtención del peso específico.....	77
Tabla 22: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.....	77
Tabla 23: Datos para determinar el PUs y PUC	79
Tabla 24: Datos obtenidos en los ensayos de agregados.....	80
Tabla 25: Resistencia promedio elegida para el diseño de mezcla.....	80
Tabla 26: Asentamiento requerido para el concreto	81
Tabla 27: Tamaño máximo nominal del agregado.....	81
Tabla 28: Relación agua – cemento para f'_{cr} sin aire incorporado.....	82
Tabla 29: Cantidad de agua para el diseño propuesto para 1m^3	83
Tabla 30: Contenido de aire atrapado para el diseño	84

Tabla 31: Cantidad de agregado grueso para la mezcla	84
Tabla 32: Pesos secos de los materiales para el diseño.....	87
Tabla 33: Proporciones en peso de los agregados.....	90
Tabla 34: Resumen de proporciones en volumen de los agregados.....	91
Tabla 35: Resumen de proporciones en peso para ensayo de SLUMP.....	92
Tabla 36: Pesos secos de los materiales para el nuevo diseño.....	96
Tabla 37: Proporciones nuevas en peso de los agregados.....	99
Tabla 38: Resumen de proporciones nuevas en volumen de los agregados.....	100
Tabla 39: Resumen de proporciones nuevas en peso para ensayo de SLUMP y probetas.....	101
Tabla 40: Resultados de los ensayos de compresión a las probetas del diseño de mezcla.....	105
Tabla 41: Resultados promedio de resistencia a compresión.....	105
Tabla 42: Proporciones en peso de agregados para el vaciado de columnas	108
Tabla 43: Resultados de los ensayos de compresión de testigos diamantinos...	111
Tabla 44: Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CP-14	114
Tabla 45: Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CP-21	114
Tabla 46: Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CP-28.....	115
Tabla 47: Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CT-14	115
Tabla 48: Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CT-21.....	116
Tabla 49: Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CT-28.....	116
Tabla 50: Resultados de permeabilidad promedio de ensayo de penetración de agua bajo presión	117
Tabla 51: ACU – Partida: Encofrado y desencofrado tradicional de columna.....	121
Tabla 52: ACU – Partida: Encofrado y desencofrado tradicional de columna con adición de plástico.....	122
Tabla 53: Ventajas y desventajas de encofrado tradicional de madera.....	124
Tabla 54: Ventajas y desventajas de encofrado tradicional de madera con adición de plástico.....	125
Tabla 55: Resumen resultados de compresión de testigos en N/mm ² (28 días).....	127

Índice de figuras

Figura 01: Dispositivo de ensayo de permeabilidad del concreto.....	144
Figura 02: Encofrado tradicional de columnas	28
Figura 03: Dimensiones de columnas experimentales	33
Figura 04: Proceso de extracción de muestras de la población	33
Figura 05: Número de RUC del proveedor de material en la zona.....	37
Figura 06: Mapa de ubicación – Cantera Trapiche.....	38
Figura 07: Mapa de ubicación – Cantera Unicon.....	38
Figura 08: Mapa de ubicación – Laboratorio MTL Geotecnia S.A.C	39
Figura 09: Dimensiones columna experimental.....	58
Figura 10: Método de cuarteo para seleccionar muestra representativa.....	64
Figura 11: Proceso de tamizado – Método manual.....	65
Figura 12: Obteniendo muestra representativa para peso específico.....	68
Figura 13: Proceso de obtención del PUs	70
Figura 14: Proceso de obtención del PUC	72
Figura 15: Método de cuarteo para seleccionar muestra representativa.....	72
Figura 16: Proceso de tamizado – Método manual.....	73
Figura 17: Obteniendo muestra representativa para peso específico.....	76
Figura 18: Proceso de obtención del PUs.....	78
Figura 19: Proceso de obtención del PUC.....	78
Figura 20: Comprobación del asentamiento 3” a 4” (NO CUMPLE).....	92
Figura 21: Comprobación del asentamiento 3” a 4” (SI CUMPLE).....	93
Figura 22: Comprobación del asentamiento 3” a 4” con las nuevas proporciones de agregados (SI CUMPLE).....	102
Figura 23: Vaciado de 9 probetas en moldes de 4” x 8”.....	102
Figura 24: Desencofrado de las 9 probetas.....	103
Figura 25: Curado de las 9 probetas (7,14 y 28 días de curado).....	103
Figura 26: Ensayo compresión 3 probetas (7 días de curado).....	104
Figura 27: Ensayo compresión 3 probetas (14 días de curado)	104
Figura 28: Ensayo compresión 3 probetas (28 días de curado).....	104
Figura 29: Vaciado de 6 columnas experimentales	109
Figura 30: Curado de columnas (14, 21 y 28 días).....	109

Figura 31: Extracción de testigos diamantinos (14, 21 y 28 días de curado)	110
Figura 32: Testigos diamantinos (14, 21 y 28 días de curado).....	110
Figura 33: Ensayo de compresión de testigos diamantinos (CT / CP).....	111
Figura 34: Ensayo de permeabilidad de testigos diamantinos (CT / CP).....	117
Figura 35: Prensa Hidráulica – marca UTEST	144
Figura 36: Horno – marca PERÚ TEST	145
Figura 37: Balanza – marca CHAUS	145

Índice de gráficos

Gráfica 01: Curva granulométrica del agregado fino	66
Gráfica 02: Curva granulométrica del agregado grueso.....	74
Gráfico 03: Resultados de los ensayos de compresión a las probetas del diseño de mezcla 210 kg/cm ²	106
Gráfico 04: Resultados de los ensayos de compresión en testigos diamantinos CT y CP (14, 21 y 28 días)	112
Gráfico 05: Resultados de los ensayos de compresión en testigos diamantinos CT y CP (14, 21 y 28 días).....	113
Gráfico 06: Resultados de los ensayos de permeabilidad en testigos diamantinos CT y CP (14, 21 y 28 días).....	118
Gráfico 07: Profundidad de penetración promedio en testigos diamantinos CT y CP (14, 21 y 28 días)	119
Gráfico 08: Resultados de variación en costo de acuerdo al análisis de partidas: Encofrado y desencofrado tradicional de columnas / Encofrado y desencofrado tradicional de columnas con adición de plástico	123
Gráfico 09: Comparación de costos ETM, ETMP y METAL	129

Índice de fórmulas

Fórmula 01: Contenido de humedad	41
Fórmula 02: Peso específico de masa	42
Fórmula 03: Peso específico de masa sss.....	43
Fórmula 04: Peso específico aparente	43
Fórmula 05: Porcentaje de absorción.....	43
Fórmula 06: Peso unitario suelto	44
Fórmula 07: Peso unitario compactado.....	44
Fórmula 08: Peso específico de masa.....	47
Fórmula 09: Peso específico de masa sss.....	47
Fórmula 10: Peso específico aparente.....	47
Fórmula 11: Porcentaje de absorción	47
Fórmula 12: Relación agua/cemento	52
Fórmula 13: Peso unitario compactado seco.....	54
Fórmula 14: Volumen absoluto.....	54
Fórmula 15: Corrección por humedad.....	55
Fórmula 16: Corrección por absorción	55
Fórmula 17: Agua efectiva.....	55
Fórmula 18: Proporciones en volumen.....	57
Fórmula 19: Coeficiente de permeabilidad por flujo constante.....	59
Fórmula 20: Coeficiente de permeabilidad por profundidad de penetración.....	60
Fórmula 21: Módulo de fineza agregado fino.....	67
Fórmula 22: Módulo de fineza agregado grueso.....	75
Fórmula 23: Resistencia promedio para diseño	81
Fórmula 24: Agua de mezclado	94
Fórmula 25: Volumen total columna experimental	107

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo general evaluar la aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021. Asimismo, como objetivos específicos se busca determinar la variación de la resistencia a la compresión e impermeabilidad del concreto aplicando plástico en encofrado tradicional de columnas. Por ello se planteó utilizar un concreto requerido de 210 kg/cm^2 , para posteriormente realizar 6 columnas experimentales de las cuales se extraerán 12 testigos diamantinos para finalmente ensayarlos tanto a compresión (NTP 339.084) y penetración de agua bajo presión (NTC 4483). Concluyendo que la resistencia obtenida en el concreto encofrado con adición de plástico obtuvo 36% más que la resistencia requerida, logrando una resistencia de 284.6 kg/cm^2 a los 28 días de curado en campo, mientras que el concreto encofrado tradicionalmente obtuvo una resistencia 14% más que la requerida con 239.9 kg/cm^2 . Asimismo, en cuanto a la permeabilidad el concreto encofrado con adición de plástico obtuvo un coeficiente de permeabilidad de $1.52\text{E-}12$ y el concreto encofrado tradicionalmente obtuvo $1.58\text{E-}12$, ubicándolo según la NTC 4483 como un concreto de permeabilidad media. De igual manera en cuanto a la profundidad de penetración se obtuvo en ambos sistemas 0.047 mm , que según la NTC también se encuentra en el rango de permeabilidad media. Por último, se concluye que la evaluación de aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas optimiza la resistencia del concreto e influye de manera positiva en la impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.

Palabras clave: Impermeabilidad, resistencia, profundidad de penetración de agua bajo presión, diseño de mezcla, agregados.

Abstract

The general objective of this thesis is to evaluate the application of plastic in traditional column formwork to optimize the resistance and impermeability of concrete in homes, Lima 2021. Likewise, as specific objectives it is sought to determine the variation of the compressive strength and impermeability of the concrete by applying plastic in traditional column formwork. Therefore, it was proposed to use a required concrete of 210 kg / cm², to later make 6 experimental columns from which 12 diamond core will be extracted to finally test them both for compression (NTP 339.084) and penetration of water under pressure (NTC 4483). Concluding that the resistance obtained in the formwork concrete with the addition of plastic obtained 36% more than the required resistance, achieving a resistance of 284.6 kg / cm² at 28 days of field curing, while the formwork concrete traditionally obtained a resistance of 14%. more than required with 239.9 kg / cm². Likewise, in terms of permeability, the formwork concrete with the addition of plastic obtained a permeability coefficient of 1.52E-12 and the formwork concrete traditionally obtained 1.58E-12, placing it according to NTC 4483 as a medium-permeability concrete. Similarly, in terms of penetration depth, 0.047 mm was obtained in both systems, which according to the NTC is also in the medium permeability range. Finally, it is concluded that the evaluation of the application of plastic in traditional column formwork optimizes the strength of concrete and positively influences the impermeability of concrete in homes, Lima 2021.

Keywords: Impermeability, resistance, depth of penetration of water under pressure, mix design, aggregates.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el avance de la tecnología, procesos constructivos y métodos de trabajo en la construcción ha ido evolucionando en gran manera, Tal es el caso de los métodos de encofrado para elementos estructurales, ya sean zapatas, columnas, vigas, losas, placas, etc. Asimismo, en la ciudad de Lima los proyectos de construcción tanto privados y públicos han ido en crecimiento, Siendo de mucha importancia que las realizaciones de estos proyectos se lleven a cabo por profesionales capacitados que aseguren la integridad tanto de la vivienda como la de sus habitantes. Sin embargo, según CAPECO el 70% por ciento de viviendas en la ciudad de Lima son informales (autoconstruidas) por personal no calificado y por ende son vulnerables a un terremoto. Esto debido a la autoconstrucción y aplicación de procesos constructivos inadecuados que no cumplen con los estándares de calidad establecidos. Asimismo, la Agencia Andina menciona que 300,000 viviendas en la ciudad de Lima necesitan ser reforzadas para que puedan soportar un eventual movimiento telúrico (terremoto), esto no quiere decir que se vuelvan viviendas sismo resistentes, sino que puedan permitir a la edificación mantenerse en pie total o parcialmente para salvaguardar la vida de sus habitantes.

En tal sentido nace la necesidad de buscar nuevos métodos que permitan lograr el mejoramiento en el proceso constructivo de los elementos estructurales que forman parte de una vivienda. Uno de estos elementos estructurales que son de suma importancia para la resistencia ante eventuales movimientos sísmicos son las columnas. Elementos que son construidos como lo menciona CAPECO por empresas informales que no consideran un adecuado encofrado del elemento conllevándolo a perder sus propiedades mecánicas y físicas. Es por ello que se con el presente proyecto de investigación se propone aplicar en el encofrado tradicional el uso de plástico como un material que permita al concreto no perder sus agregados y por consiguiente este conserve y optimice sus propiedades de resistencia e impermeabilidad, los cuales son importantes para el correcto desenvolvimiento del elemento estructural en eventualidades sísmicas. Es por ello que surge la problemática de investigar ¿De qué manera influye la aplicación de plástico en encofrado de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021? Con la finalidad de absolver las siguientes

interrogantes; ¿Cuánto varía en costo la aplicación de plástico en encofrado de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021? ¿Cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto aplicando plástico en el encofrado de columnas, Lima 2021? Y ¿Cuánto varía la impermeabilidad del concreto aplicando plástico en el encofrado de columnas, Lima 2021?

Asimismo la justificación de la presente investigación se dio en los siguientes aspectos: De manera **experimental**, puesto que en el desarrollo de la investigación es necesario realizar ensayos que nos permitan comprobar cuál es la variación en la resistencia e impermeabilidad; También se justificó de manera **práctica** puesto que se busca aplicar el plástico en encofrado de columnas para lograr la optimización de la resistencia e impermeabilidad del concreto requerido; **Justificación teórica**, la presente investigación se efectuará con el propósito de lograr que el concreto armado obtenga su mayor resistencia requerida y la estructura trabaje óptimamente; **justificación metodológica**, la aplicación de plástico en encofrado de columnas comprobaran que su uso optimiza la resistencia e impermeabilidad del elemento estructural y por ende del concreto; **justificación social**, esta investigación se elabora con la finalidad de que las personas tengan conocimientos de la importancia de la aplicación del plástico para optimizar la resistencia en la estructura de sus viviendas y mejoren la trabajabilidad de sus elementos estructurales ante un movimiento sísmico; por último se justificó de manera **económica**, ya que al aplicarle plástico al encofrado tradicional no se requiere de mucha inversión económica a diferencia de un encofrado metálico u otros. Por último, se justificó de manera **ambiental**, ya que el plástico aplicado en el encofrado es un material producido a base de material reciclado, aportando a la concientización del reciclaje y reutilización de material desechable.

Consecuentemente se planteó una posible hipótesis general sobre el proyecto de investigación; La aplicación de plástico en encofrado de columnas Influye de manera positiva en la optimización de la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021. De igual manera se plantearon unas posibles hipótesis dirigidas a los problemas específicos, las cuales mencionan lo siguiente; El costo en la aplicación de plástico en encofrado de columnas varía

considerablemente en la optimización de la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021. La resistencia a la compresión del concreto varía considerablemente aplicando plástico en el encofrado de columnas, Lima 2021. Y por último, la impermeabilidad del concreto varía considerablemente aplicando plástico en el encofrado de columnas, Lima 2021.

De esta manera se pudo determinar de qué manera influye la aplicación de plástico en encofrado de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021. Así como determinar la variación en costo la aplicación de plástico en encofrado de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021. Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto aplicando plástico en el encofrado de columnas, Lima 2021. Y determinar la variación de la impermeabilidad del concreto aplicando plástico en el encofrado de columnas, Lima 2021. Finalmente se establece que la aplicación del plástico en encofrado de elementos estructurales es beneficioso para la optimización de la resistencia e impermeabilidad del concreto.

II. MARCO TEÓRICO

Figueroa y Mesta (2018). El objetivo de la investigación es determinar el nivel de dominio del encofrado metálico en semejanza con el encofrado tradicional a base de madera que influye a la capacidad de resistencia a la abrasión del concreto solicitado. Asimismo, se elaborarán probetas cúbicas de concreto en cimbras a base de madera y metal, para posteriormente someterlas a ensayos en laboratorio de compresión y paralelamente de fraguado, conforme con las R a/c especificadas de 0.65 y 0.61 trabajadas para obtener la variación de f'_c del concreto. La metodología consiste en realizar 7 cimbras de metal y siete cimbras de madera para concretos con R a/c de 0.65 y 0.61. Para posteriormente realizarle los ensayos de compresión y abrasión respectivamente. En los resultados, según la tabla N° 4, en los testigos con relación a/c de 0.65 obtuvieron resistencia a la compresión mayor que en los testigos encofrados con metal, alcanzando 167.20kg/cm² en comparación a los testigos realizados con madera que alcanzaron una resistencia de 158.90kg/cm². En conclusión, se determinó que los testigos con relación a/c de 0.65 y 0.61 elaboradas con metal obtuvieron resultados de 5% más resistencia a la compresión que la elaboradas por madera tradicional.

López (2015) tiene como objetivo realizar la comparación de la eficacia entre el sistema de encofrado con aluminio y encofrado con metal para viviendas en el Condominio Ciudad Verde – Puente Piedra – Lima, para optar por el encofrado más eficiente. La metodología aplicada tiene consiste en comparar ambos sistemas de encofrado, por ende, la presente investigación tiene como finalidad establecer una serie de discrepancias, ventajas y desventajas entre ambos métodos constructivos, En los resultados, en la tabla N° 17, se observó que la incidencia del costo económico de la mano de obra y el alquiler del encofrado metálico es elevada a comparación que la del aluminio, esto debido al tipo de tecnología aplicada en el proceso de fabricación y colocación del encofrado. En conclusión, los encofrados con metal son 30% más costosos que los encofrados de aluminio, esto en consecuencia a que los encofrados de aluminio son para acoplarse, lo cual permite el alquiler de los paneles exactos para cada módulo de vivienda.

Beato (2018) tiene como objetivo indicar una solución factible y viable para el sistema de encofrado tradicional en la República Dominicana. Así como,

identificar cuáles son las cualidades del sistema de encofrado tradicional en España para difundirlo como un nuevo sistema en República Dominicana. La metodología se aplicó por fases, para la fase de investigativa se recopilará los componentes de investigación por medio de fuentes como, libros, revistas, artículos, etc. Seguidamente se analizará cada fuente por medio de la lectura, observación, análisis y el razonamiento. En la fase comparativa se hallarán las variantes, características y elementos que conforman cada sistema de encofrado. Luego de identificar cada una de estas, se realizará una matriz multicriterio tanto de los sistemas de encofrado en la República Dominicana y España, para posteriormente cuantificar por medio del programa Expert Choice las diferentes variaciones y temas a corregir de cada tipo de encofrado. Estos resultados obtenidos estarán expresados por medio de tablas. Luego de obtener los resultados de la matriz multicriterio, se realizará un análisis de sensibilidad con el objetivo de verificar si en un caso hipotético el sistema de cimbrado dominicano mejoraría con respecto al sistema de cimbrado español. Los resultados en la tabla N°4 la cual fue realizada de acuerdo a los valores de la tabla N°3, se puede ver el sistema de encofrado español supera al sistema de encofrado dominicano, este es superado en todos los criterios con excepción del precio, ya que sí el proyecto es de gran magnitud sería conveniente utilizar el sistema español. En conclusión, el sistema de encofrado aplicado en España es superior al dominicano, por su versatilidad y propiedades para lograr un concreto con mejores características y su tiempo de vida útil superior al dominicano.

Laura (2016) tiene como objetivo determinar un diseño adecuado de encofrados de los elementos que conforman una estructura en edificaciones en el distrito de Lircay — Angaraes — Huancavelica. La metodología de investigación a realizarse es PURA, ya que busca siempre ampliar el conocimiento científico. De igual manera el nivel de investigación a ejecutarse es descriptivo. Los resultados, las dimensiones del material utilizado para el encofrado fue de 2.5 cms, de espesor, las dimensiones de las columnas fueron de 2.85 mts, y su sección transversal fue de 0.35 x 0.35 mts. Con estos datos se entra en la tabla N°21, se procede a interpolar obteniendo las separaciones de los cepos pueden ser 0.30 mts, al pie de la columna, esta separación puede ser mayor mientras se va subiendo hasta la cumbre de la columna, subiendo en el siguiente cepo a 0.42 mts. Se debe considerar el correcto

apuntalamiento para obtener una verticalidad exacta de elemento. En conclusión, para la realización de encofrados tiende a ser más rentable a largo plazo la aplicación del sistema metálico, por su tiempo de vida útil.

Gutierrez y Salazar (2015) tienen como objetivo principal determinar la permeabilidad en las obras hidráulicas de Lima Metropolitana aplicando los aditivos Sika WT – 100 y Sika WT – 200 a los diseños de concreto. La metodología consistió en diseñar y elaborar 144 probetas cilíndricas de concreto de 10 cm de diámetro de sección transversal y 20 cm de altura del cilindro de las cuales 64 se realizaron con un concreto patrón (concreto convencional), otros 64 con adición de 2% de aditivo Sika WT – 100 y por último 64 probetas con adición de 1% de aditivo Sika WT – 200. Como resultado se obtuvo que el concreto patrón, Sika WT-100 y Sika WT-200 obtuvieron resistencias de 637, 621 y 632 kg/cm² respectivamente, así mismo estos tenían una relación agua/cemento de 0.40. En cuanto a la permeabilidad el concreto patrón y Sika WT-100 obtuvieron una permeabilidad media, mientras que el diseño con Sika WT-200 obtuvo una permeabilidad baja. En conclusión, el concreto Patrón y el concreto con Sika WT-200, obtuvieron mayor resistencia a compresión y en cuanto a la permeabilidad el concreto con adición de Sika WT-200 logró una permeabilidad baja. Por lo tanto, se podría concluir que el concreto con adición de aditivo Sika WT-200 es el de mejores propiedades en cuanto a resistencia y permeabilidad baja.

Ponce (2016) tienen como objetivo comprobar las pro y contras del encofrado tradicional de Madera y el encofrado de Metal en mediano y largo periodo de tiempo en el proyecto de viviendas ubicadas en la Urb. “Villa del Rey”, Etapa “Princesa Diana”. La metodología consiste en analizar los diferentes factores que influyen en la elección del sistema de encofrado a utilizarse para cierto proyecto, así mismo analizara las valorizaciones que se contemplan en el proceso constructivo del encofrado para lograr mejorar el beneficio. El resultado nos demuestra que el concreto utilizado en los muros portantes, permitirá un desencofrado más rápido, mejorando el tiempo de ejecución de obra. En conclusión, el proceso de construcción del Sistema de muros portantes usando formaletas es fácil, versátil y organizado, logrando una buena productividad y empleando menos tiempo en su ejecución.

Correa y Correa (2018) tiene como objetivo analizar técnica y económicamente el empleo del encofrado metálico y el tradicional (caña guadua y madera) para la construcción de edificaciones. La metodología se basó en el uso de un modelo de investigación exploratoria, la misma que permite el contraste de las estructuras de encofrado tradicional y metálico en obras ciertas de ingeniería civil, especialmente en la construcción de viviendas realizadas en el cantón La Troncal, provincia del Cañar, donde los paradigmas de la sociedad se encuentran orientadas al diseño arquitectónico y estructural, donde el encofrado de madera goza de gran aceptación. Los resultados demuestran que para el 58% de los constructores, el uso adecuado del encofrado tradicional siempre reduce el tiempo del montaje de la estructura en la obra, mientras que el 13% asegura que casi siempre y el 29% que a veces, es decir que el uso de este tipo de encofrado genera la optimización del tiempo en una construcción, factor elemental dentro de los indicadores de rendimiento y calidad para la entrega de la obra al promotor de la misma. En conclusión, como parte de las conclusiones, el análisis comparativo demuestra la frecuencia de uso del encofrado tradicional por parte de los habitantes del cantón La Troncal, preferencia que forma parte de los paradigmas implantados en cada uno de ellos que se orienta al factor económico, estimando que bajo sus perspectivas que los costos generados en el uso del encofrado metálico son elevados.

Miskir (2020) plantea como objetivo evaluar el efecto del uso de diferentes tipos de materiales de encofrado en diferentes obras de construcción de edificios en la región de Benshangul gumuz. La metodología se basa en enfoques tanto cualitativos como cuantitativos. Los datos se recopilaron mediante entrevista y cuestionario y los datos se analizaron mediante el uso de gráficos y una fórmula estadística simple de cálculo de la media aritmética para una distribución de frecuencia. Los resultados según las respuestas, el 69% de los encuestados dijo que el material de encofrado más disponible es el encofrado de madera. Y el 96% de los encuestados está de acuerdo en que el método de aplicación del encofrado es el montaje de encofrados de madera y eucalipto conectados mediante clavos y alambres. Entre los problemas de calidad del hormigón relacionados con el trabajo de encofrados, la superficie mal colocada fue el problema más valorado con un valor medio de 4,7. Según la respuesta de los encuestados, el 78,43% dijo que la

madera es el material de encofrado más barato en las zonas. El material de encofrado que permite muchas veces su reutilización es el encofrado de acero. Esto implica que incluso si el costo inicial del encofrado de madera es menor, en el caso del encofrado de acero a largo plazo, el costo es más ventajoso debido al número de reutilizaciones. En conclusión, el material de encofrado más disponible y aplicable es la madera. inicialmente, el encofrado de madera es el material de encofrado más barato que el encofrado de acero. Pero dado que el encofrado de acero se puede reutilizar muchas veces, es más económico utilizar encofrado de acero a largo plazo. Asimismo, el costo consultado por acciones correctivas en superficie de concreto afecta el costo inicial de construcción.

Bereket (2015). Tuvo como objetivos comparar encofrados de acero y madera para proyectos de construcción y llegar a qué sistema es ventajoso en cuanto a costo, calidad y tiempo de finalización de los proyectos de construcción. La metodología aplicada consistió en llevar a cabo una revisión exhaustiva y detallada de la literatura sobre libros, códigos de prácticas, especificaciones, revistas o periódicos y sitios web relevantes para conocer los factores que influyen en el costo, el tiempo de finalización y la calidad de los proyectos construidos con respecto al uso de sistemas de encofrado de acero y madera. Asimismo, se seleccionaron 30 proyectos de construcción que están en construcción en Addis Abeba para el caso estudio. Se implementó una técnica de muestreo aleatorio simple para seleccionar estos proyectos de construcción. Los datos primarios de esta investigación se recopilan mediante métodos de recopilación de datos de encuestas, como cuestionarios, observación y entrevista personal. También consistió en revisar los documentos contractuales, las especificaciones y los registros de archivo tomados como medio de fuente de datos secundaria para esta investigación. De igual manera los resultados se presentarán en forma tabular y gráfica y el análisis y también se realizarán debates sobre los resultados de la investigación tanto cualitativamente como cuantitativamente. Los resultados, el costo promedio por metro cuadrado del encofrado de acero es más alto que el del encofrado de madera. El costo del encofrado de vigas de acero es un 17.05% más alto que el del encofrado de vigas de madera. El encofrado de columna de acero cuesta un 22,88% más que el encofrado de columna de madera y la losa de acero cuesta un 23,16% más que el encofrado de losas de madera. Tomando el promedio,

la diferencia es el acero. El encofrado cuesta un 16,96% más que el encofrado de madera. En conclusión, el sistema de encofrado de acero puede ser una solución para minimizar el costo de la construcción industria en Etiopía. La principal justificación de esta afirmación es que el encofrado de acero puede ser reutilizado durante mucho tiempo a diferencia del sistema de encofrado de madera. Asimismo, para obtener una mejor calidad del hormigón acabado, es mejor utilizar un moderno sistema de encofrado de madera como por ejemplo la contrachapada. El moderno sistema de encofrado de madera tiene una superficie lisa que ayuda en el momento de quitar el encofrado de la superficie del hormigón. Por último, el tipo de encofrado utilizado en proyectos de edificación tiende a afectar la productividad de la mano de obra.

Aloys (2013). Se propuso como objetivo comprobar la influencia de los materiales de encofrado sobre la calidad de superficie de las estructuras de concreto armado. La metodología aplicada consistió en usar encofrados de los siguientes materiales: madera blanda (ciprés), madera dura (mninga), contrachapado y acero. Fabricando columnas de dimensiones 230 x 230 x 1000 mm con proporción de concreto de 1:2:4 con una relación de agua/cemento de 0.48. una vez desencofrado a las 24 horas, se procedió al curado por 28 días y se retiraron núcleos de muestras para su posterior ensayo de absorción de agua y compresión. Los resultados fueron, en absorción de agua de los núcleos: madera blanda (1.16 %), madera dura (1.21%), contrachapada (1.18%) y en acero (1.59%). En cuanto a la resistencia se obtuvieron los siguientes resultados: madera blanda (236 kg/cm²), madera dura (229 kg/cm²), contrachapada (231 kg/cm²) y en acero (225 kg/cm²). En conclusión, se obtuvo que la aplicación de materiales en el encofrado si influye en la resistencia y absorción de agua del concreto. Asimismo, es necesario absorber el exceso de agua en la superficie del concreto para asegurar la uniformidad del concreto y mejorar su resistencia a compresión.

Encofrado de elementos estructurales: El encofrado de columnas es una tarea fundamental y de mucha importancia, por ello esta debe ser realizada por personal altamente calificado que avale el correcto encofrado para lograr obtener una estructura monolítica y perfecta estructuralmente (GRIÑAN, 1989, p.47).

Asimismo, uno de los materiales de construcción más utilizados gracias a sus excepcionales propiedades es el concreto. Sin embargo, para crear elementos de construcción con concreto, debe verterse en un molde especialmente diseñado para determinada estructura requerida. Esto se conoce como encofrado. NATSOULIS (2021).

Así como lo menciona GRIÑAN cabe destacar que este proceso debe estar correctamente desarrollado, ya que las columnas representan en gran porcentaje el correcto funcionamiento de una edificación.

Diseño de mezcla: MARTINEZ, LINARES y GARCIA (2013). Para concretos diseñados para alta resistencia, es necesario seleccionar cuidadosamente los agregados que conformaran la mezcla, así como tener en cuenta la calidad de los materiales. Esto con la finalidad de alcanzar resultados óptimos tanto en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto.

Para el proporcionamiento de la mezcla se utilizarán materias primas locales para lograr las características especificadas y requeridas. Cabe mencionar que este es un proceso de suma importancia para obtener un concreto resistente que cumpla con las especificaciones técnicas solicitadas. El objetivo del diseño de mezcla es proporcionar una mezcla de concreto con los materiales adecuados, económicos y en correctas cantidades, que optimicen su uso y su disponibilidad en nuestro medio, esto permitirá establecer un diseño definitivo de la mezcla de concreto de alta resistencia.

Según el ACI (2015). El diseño de mezcla es el proceso por el cual se hallan las proporciones adecuadas de los elementos del concreto, principalmente para obtener la resistencia requerida para cierto diseño.

Concreto: BECKER (2015) menciona que, el concreto es el principal material de construcción utilizado por las personas, ya que gracias a sus agregados que lo componen en gran porcentaje materiales de fácil disponibilidad local y económica como el agregado fino y agregado grueso, Así como en menos porcentaje otros insumos como el agua, cemento Portland, aditivos, etc.

En otras palabras, el concreto es una mezcla conformada por cemento, agregado fino, agregado grueso y agua en dosificaciones establecidas para

alcanzar las propiedades requeridas según la magnitud o requerimiento del proyecto, centrándonos especialmente la resistencia. Así mismo cabe mencionar que el cemento y agua cumplen una función vital en la elaboración del concreto, ya que la unión de estos agregados genera una reacción química que permite que los otros materiales y los ya mencionados se adhieran entre sí, tomando la forma requerida y alcanzando una resistencia requerida.

Curado del concreto: El Comité ACI 308. Hace referencia que, para realizar el curado del concreto existen varios métodos, los cuales pueden ser aplicados según las especificaciones de la obra o cuando su uso se aprobado. Esta autorización solo se podrá dar siempre en cuando la relación agua/cemento sea de 0.4 o menos. Asimismo, el tiempo de curado deberá ser de 7 días como mínimo cuando la temperatura ambiente sea superior a los 7°C o durante el tiempo que demore el concreto en alcanzar el 70% de su resistencia a compresión o flexión según sus especificaciones.

Resistencia del concreto: DELGADO (2018). Define que, para determinar la resistencia del concreto convencional es necesario considerar los agregados que lo integran, ya que de la calidad de estos dependerá obtener un concreto con una resistencia óptima y que cumpla con la resistencia requerida para determinado elemento estructural u obra en general. En consecuencia, es de suma importancia realizar una buena elección de los agregados, así como realizarles un estudio y análisis previo con la finalidad de diseñar un concreto que cumpla con los requerimientos solicitados para su resistencia.

Concreto impermeable: Un concreto impermeable es un elemento que está en contacto con un fluido, el mismo que no puede atravesar en su totalidad su estructura interna, ya que tiene un grado de permeabilidad bajo HERMIDIA (2013). Por otro lado, se puede definir que un concreto impermeable es un concreto convencional, que pese a que se le agrega aditivos naturales o artificiales no alcanza la impermeabilidad absoluta, ya que todo concreto elaborado llega a tener siempre un grado de permeabilidad. Por ende, un elemento de concreto no llega a ser 100% impermeable, se busca que estos sean lo más impermeables posibles con la finalidad de lograr un elemento estructural con mayor resistencia y durabilidad en su vida útil.

Permeabilidad: La permeabilidad es la capacidad que tiene un cuerpo sólido de hacer pasar por su estructura algún tipo de fluido, penetrando su estructura interna (MALLMA, 2017, p.145). Cabe mencionar que la capacidad de que un cuerpo sea permeable influye en su estructura interna ya sea de manera positiva o negativa. En elementos de concreto armado es necesario y de suma importancia que el elemento logre reducir su permeabilidad lo más que se pueda, con la finalidad de que el acero de refuerzo no sufra daños que en un futuro afecten al elemento estructural.

Determinación de la permeabilidad: La NTC 4483. Menciona que, con el fin de obtener el coeficiente de permeabilidad se hace uso del dispositivo de ensayo de permeabilidad de concreto Fig.01, para posteriormente aplicar dos métodos según sea conveniente y necesario, uno de ellos se basa en el flujo constante, mientras que el otro es por medio de la profundidad de penetración. El primer método consiste en determinar el volumen de agua que atraviesa el elemento cilíndrico en un determinado periodo de tiempo (normalmente aplicado en concretos permeables). El segundo método se basa en medir la profundidad que logro avanzar el fluido dentro del elemento sin este haber atravesado completamente la estructura cilíndrica de concreto.

Ensayo de compresión (NTP 339.034): Para la Norma Técnica Peruana (2015). Menciona que, el proceso para realizar la ruptura de probetas o testigos de concreto es posible por los que se encargan de diseñar la resistencia a compresión. Puesto que el concreto tiene la capacidad de trabajar bajo cargas y esfuerzo axiales, siendo su mejor desempeño en compresión y tracción, esto es posible gracias a los agregados que forman parte para la elaboración del concreto.

Asimismo, menciona que el método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los testigos cilíndricos o testigos diamantinos a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla o ruptura del elemento ensayado. La resistencia a la compresión del espécimen será calculada mediante la división de la carga máxima obtenida en el proceso de ensayo, entre el área transversal del testigo.

Tabla 01: Diámetros máximos de especímenes de ensayo.

Diámetro de espécimen de ensayo (mm)	Máximo diámetro (mm)
50	105
75	130
100	165
150	255
200	280

Fuente: Norma Técnica Peruana - NTP.

Ensayo de penetración de agua (NTC 4483): Según la NTC 4483. El ensayo para determinar el coeficiente de permeabilidad “K” en el concreto, se basa en aplicar sobre la superficie transversal superior del testigo, una presión equivalente a 0,5 MPa. Cabe mencionar que esta presión aplicada supera lo normal de la presión de servicio de la estructura. No obstante, esto se realiza para poder acelerar la obtención de resultados de la prueba, ya que si se aplicaría una presión normal este ensayo demoraría mucho para logra la obtención del coeficiente de permeabilidad.

Tabla 02: Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración.

Determinación	Unidades	Permeabilidad		
		Baja	Media	Alta
Coeficiente de permeabilidad al agua	m/s	$< 10^{-12}$	10^{-12} a 10^{-10}	$> 10^{-10}$
Profundidad de penetración	mm	< 30	30 a 60	> 60

Fuente: Norma Técnica Colombiana – NTC 4483

III. METODOLOGÍA

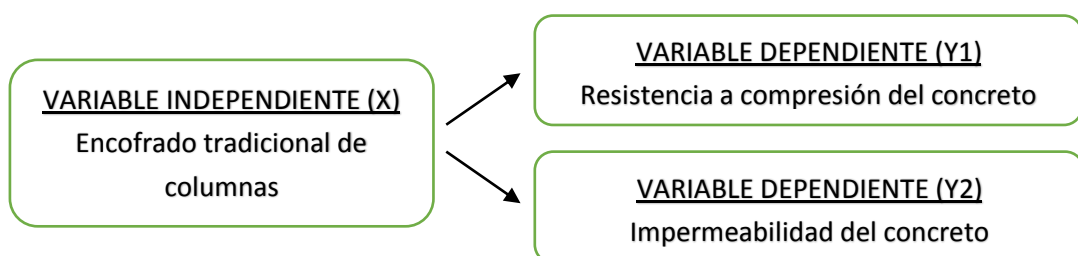
3.1. Tipo y diseño de investigación

La importancia de investigar según la REVISTA EDUCACIÓN (2019), resalta que es la necesidad de buscar una solución o mejora a las necesidades de la sociedad o requerimientos que se soliciten para determinados proyectos en el mundo actual. Esto permite la búsqueda de información, comunicación y creatividad en los investigadores, generando el intercambio de ideas y hasta discusiones con la finalidad única de buscar la mejora continua. En el presente proyecto de investigación se han hecho uso de fuentes y antecedentes de teorías que tienen correlación con las variables expuestas en el tema de estudio, estos a su vez tienen diferentes criterios establecidos para el cumplimiento de los objetivos expuestos en el proyecto de investigación.

Diseño de investigación

ÑAUPAS (2014), explica que al experimentar se pueden rescatar dos cualidades; la general y la particular. La primera consiste en realizar una acción y luego observar lo que resulta o sucede. Teniendo como referencia lo mencionado se puede decir que un diseño experimental consiste en la manipulación de la o las variables independientes con la finalidad de conocer que acontece en las variables dependientes.

En consecuencia, el presente proyecto de investigación tiene un diseño **experimental**, ya que se presenta una variable independiente que será manipulada con la finalidad de confirmar las hipótesis establecidas para las variables dependientes.



Tipo de investigación

La CONCYTEC (2020), hace referencia que el principal objetivo de la investigación **básica** es agregar conocimientos científicos por medio de proyectos experimentales o teóricos que se aplican para explicar fenómenos que se suscitan y son observables.

Según la Revista Educación (2009), una investigación es **aplicada** cuando se hace algún aporte, esto quiere decir que se realiza alguna mejora a las variables de estudio, con la finalidad de darle solución y mejora a alguna problemática existente.

Una vez mencionado esto, se puede concluir que el tipo de investigación del presente proyecto de investigación es de carácter **aplicada**, ya que se realizó la utilización del conocimiento experimental y teórico en función a las variables de estudio. Asimismo, tiene un nivel de investigación **descriptivo - explicativo**. Descriptivo porque se describirá lo que sucede en dicho estudio y si lo analizado aclara la hipótesis planteada, y explicativo porque se explicará lo que ocurrirá en el mencionado estudio.

DZUL (2013), hace mención que, para el enfoque cuantitativo se aplica la recolección de datos para probar una posible hipótesis con base en la medición, la utilización de sus magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, así como también el muestreo, el método estadístico. y el estudio estadístico, para establecer los estándares de comportamiento y la comprobación teorías.

En tal sentido se puede mencionar que la presente investigación tiene un enfoque **cuantitativo**, ya que se medirán y analizarán valores numéricos obtenidos en laboratorio para comprobar las hipótesis planteadas.

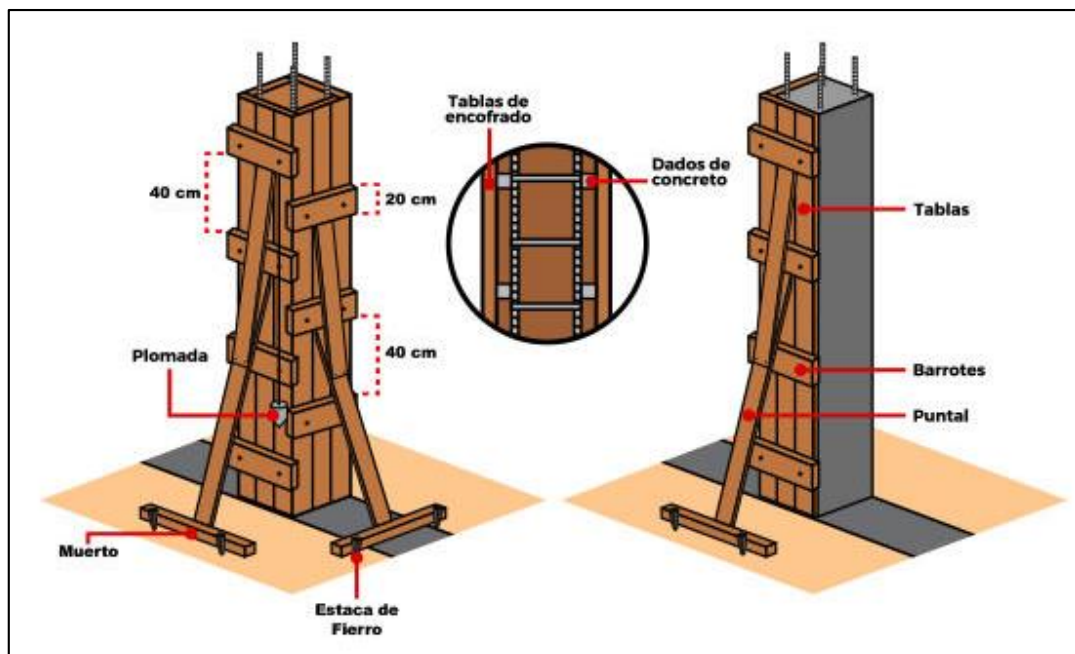
3.2. Variables y operacionalización

Variables: Las variables que se utilizaron se dividen en independientes y dependientes, a continuación se mencionaran las variables utilizadas en el presente proyecto de investigación.

Variable independiente (X1): Encofrado tradicional de columnas.

Definición conceptual: Según NATSOULIS (2021) El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados gracias a sus excepcionales propiedades. Sin embargo, para crear elementos de construcción con hormigón, debe verterse en un molde especialmente diseñado. Esto se conoce como encofrado **Fig.02**.

Figura 02. Encofrado tradicional de columnas.



Fuente: Universo técnico.

Definición operacional: El encofrado de columnas es una tarea muy importante que debe ser realizada por personal calificado, ya que esta contendrá en su interior la mezcla del concreto, la cual generará presiones a los lados laterales y principalmente en la parte inferior. Por ende el encofrado tendrá que mitigar dichas

fuerzas para obtener un correcto elemento estructural. Este encofrado es realizado en a mayoría de ocasiones por un carpintero quien tiene los conocimientos y fácil manejo de estructuras de madera. En este sentido se realizara la medición del encofrado de columnas según las siguientes dimensiones mencionadas.

Dimensiones:

- ❖ Encofrado tradicional de madera.
- ❖ Encofrado tradicional de madera con adición de plástico.

Indicadores:

- Trabajabilidad
- Costos
- Pesos

Instrumentos:

- Ficha de recopilación de datos.

Variable dependiente (Y1): Resistencia del concreto

Definición conceptual: La NTP (2015). Menciona que, el proceso para realizar la ruptura de probetas o testigos de concreto es posible por los que se encargan de diseñar la resistencia a compresión. Puesto que el concreto tiene la capacidad de trabajar bajo cargas y esfuerzo axiales, siendo su mejor desempeño en compresión y tracción, esto es posible gracias a los agregados que forman parte para la elaboración del concreto.

Definición operacional: La resistencia del concreto es el resultado del análisis de agregados y posterior diseño de mezcla realizado en el laboratorio, ya que para obtener una determinada resistencia es importante hacer un análisis de los elementos agregados que se utilizaran para su generación y lograr obtener una dosificación adecuada para determinada resistencia.

Dimensiones:

❖ Agregados
❖ Diseño de mezcla
❖ Capacidad de resistencia del concreto

Indicadores:

❖ Contenido de humedad y absorción (%)
❖ Granulometría – MF - TMN
❖ Gravedad específica (gr/cc)
❖ Peso unitario (suelto y compactado) (kg/m ³)
❖ Relación agua/cemento - R a/c
❖ Dosificación del concreto (kg)

❖ Carga aplicada espécimen (kg).
❖ Resistencia post fisurada (Mpa).

Instrumentos:

- NTP 339 185 - 2013
- NTP 400 012 - 2013
- NTP 400 021 - 2013
- NTP 400 017 - 2013

- ACI 211

- NTP 339 059

Variable dependiente (Y2): Impermeabilidad del concreto

Definición conceptual: LIMÓN (2016) Un concreto impermeable es un concreto que tiene la capacidad de minimizar el acceso de fluidos por su estructura, teniendo

como finalidad el impedir el ingreso de la humedad que pueda alterar y corroer el acero de refuerzo, provocando a largo plazo el deterioro del elemento estructural.

Definición operacional: La impermeabilidad en los elementos estructurales es de suma importancia, ya que esta no permite en gran medida la absorción de fluidos, los cuales serian perjudiciales para el elemento estructural. Es por ello que se buscan metodos de construcción que permitan obtener una impermeabilidad optima.

Dimensiones:

❖ Agregados
❖ Diseño de mezcla
❖ Capacidad de resistencia del concreto

Indicadores:

❖ Contenido de humedad y absorción (%)
❖ Granulometría - MF - TMN
❖ Gravedad específica (gr/cc)
❖ Peso unitario (suelto y compactado) (kg/m ³)
❖ Relación agua/cemento R a/c
❖ Dosificación del concreto (kg)

❖ Presión de agua aplicada al testigo (Mpa)
❖ Coeficiente de permeabilidad al agua (m/s)
❖ Profundidad de penetración (mm)

Instrumentos:

- NTP 339 185 - 2013
- NTP 400 012 - 2013
- NTP 400 021 - 2013
- NTP 400 017 - 2013

- ACI 211

- NTC 4483

3.3. Población, muestra y muestreo

Unidad de análisis

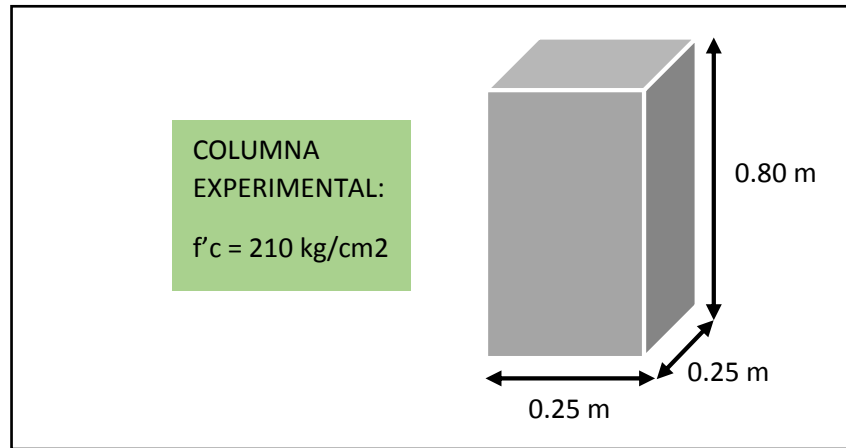
Se utilizó como unidad de análisis, la resistencia e impermeabilidad del concreto, ya que es el sujeto de estudio del presente proyecto de investigación.

Población

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA (2006), mencionan que una población es una determinada agrupación que poseen diversas características más solo una característica en común, esta población esta bien definina para no inducir a algun error en la toma de muestras, ya que esta no solo depende del objetivo del estudio, sino tambien del lugar y el tiempo en que se realizará el análisis.

En tal sentido, en el presente proyecto de investigación se manejó como población 6 columnas experimentales de dimensiones siguientes: sección transversal 0.25m x 0.25m y longitudinal de 0.80m. Las columnas requeridas serán de un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, como se muestra en la siguiente **Fig.03**.

Figura 03. Dimensiones de columnas experimentales.

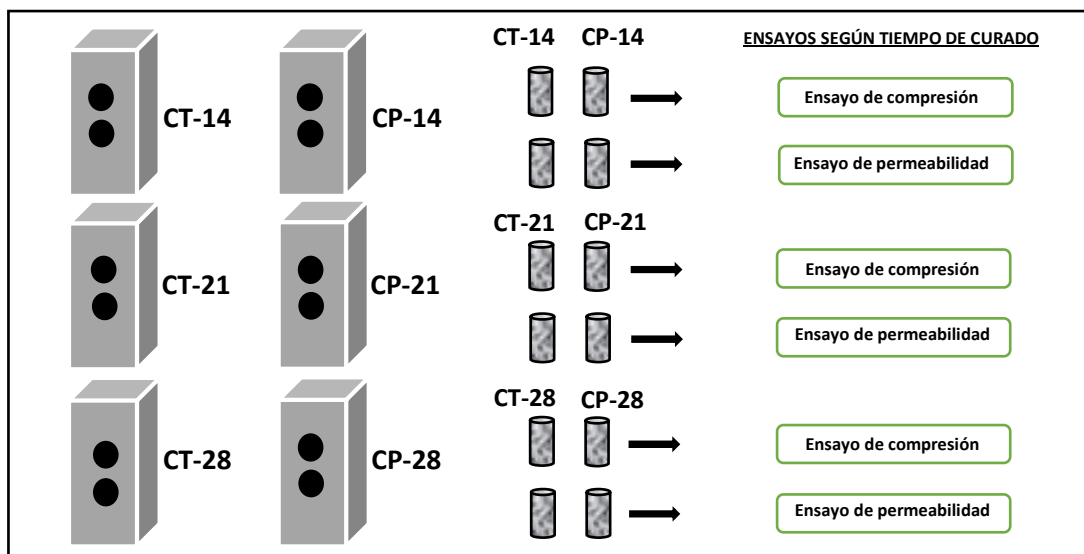


Fuente: Elaboración propia.

Muestra

En el presente proyecto de investigación se hará uso de 12 muestras, los cuales serán testigos diamantinos de sección transversal de 4" (10.16cm) de diámetro y longitudinal de 8" (20.32cm), pueden variar de acuerdo a lo permitido en las normas. Los cuales serán extraídos de las 6 columnas experimentales (población) y posteriormente serán sometidos a los ensayos de compresión de testigos diamantinos y penetración de agua bajo presión, según se muestra en la siguiente **Fig.04**.

Figura 04. Proceso de extracción de muestras de la población.



Fuente: Elaboración propia.

Muestreo

Según HERNÁNDEZ (2014), existen dos tipos de muestreo, la muestra probabilística y la no probabilística. La primera consiste en que cada uno de los miembros de la población tiene la misma probabilidad de ser elegidos, por tal motivo, la determinación que se suele tomar es aleatoria o al azar; la segunda consiste cuando cuyos valores elegidos no necesitan de la probabilidad que se pueda tener en cada uno de sus miembros al determinarlos aleatoriamente, sino que el investigador define la cantidad a su criterio profesional analítico o dependiendo de lo que se esta buscando determinar o comprobar en la investigación. Asimismo GALLARDO (2017). Menciona que el muestreo en una investigación cuantitativa es la extracción de una cantidad determinada de una población de estudio.

Por consiguiente se utilizará el diseño de muestreo **no probabilístico**, ya que la cantidad de la muestra fue elegida basándose a las normas establecidas para cada uno de los ensayos y también usando criterio investigativo. Asimismo se utilizo el muestreo no probabilístico, ya que toda la población sera elegida para extraer las muestras ya mencionadas anteriormenete.

Participantes

Los participantes en el desarrollo del presente proyecto de investigación fueron varios sujetos, dentro de los cuales principalmente se encuentra el tesista, quien debera de valerse y trabajar conjuntamente con otro personal para desarrollar satisfactoriamente su investigación, así mismo se encuentra en esa jerarquía el asesor de la tesis, quien despejara de dudas y consultas al tesiste en el transcurso del desarrollo de su proyecto de investigación. Asimismo se necuentran los técnicos laboratoristas, quienes serán los que realizaran los ensayos y quienes estan calificados y aptos para reaizar trabajos en específico, de igual manera se constara con personal que se encontrara bajo supervisión del tesista para ejecutar trabajos de campo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

LAFUENTE Y MARÍN (2008), mencionan que la técnica a emplear en una determinada investigación se basa en gran medida a las variables con la que se trabajara, así como también de las fuentes con las que se cuenta de cada variable. De esta manera se pueden clasificar dos tipos de técnicas, las cualitativas y cuantitativas. La primera tiende a usarse más por su variedad y abundancia de variables y es de carácter inductivo, haciendo énfasis en la validez de las investigaciones a través de la proximidad. La segunda se aplica cuando las variables tienen un objetivo que tiene que ser medido con precisión que se enfocan en valores numéricos exactos, así mismo es de carácter deductivo.

PULIDO (2015), hace mención que para un enfoque cuantitativo, existen dos tipos de observaciones; la observación participante y la observación sistemática. La primera consiste en la interacción del investigador en el proceso de desarrollo de las diferentes fases del proyecto siendo parte del suceso que se observa. Mientras que en la segunda el investigador no forma parte importante en el desarrollo de las fases del proyecto, más el observa a detalle cada suceso y puede tomar apuntes, recolectar datos, tomar evidencias, etc, de los diferentes acontecimientos en los diferentes procesos a desarrollarse en la investigación.

Por consiguiente, se tiene un enfoque **cuantitativo**, así mismo se empleará la técnica de **observación sistemática**, ya que los ensayos de laboratorio serán ejecutados por medio de testigos diamántinos de concreto y los resultados que se obtendrán serán por medio de maquinaria empleada para cada tipo de ensayo (compresión de testigos diamántinos y penetración de agua bajo presión) sin la necesidad de que el investigador participe en la manipulación de las maquinarias especializadas. Ya que estas son operadas por personal calificado y con experiencia en la ejecución de ensayos de laboratorio.

Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos para la recolección de datos son las diferentes fichas técnicas que serán utilizadas por el investigador (tesista). Asimismo según NIÑO (2011), La recopilación de datos es un paso importante en el proceso de investigación. El instrumento que elija para recopilar los datos dependerá del tipo de datos que planea recopilar y cómo planea recopilarlos.

A continuación se mencionan algunos instrumentos usualmente más utilizados en el desarrollo de proyectos de investigación.

- Cuestionarios
- Entrevistas
- Observaciones
- Documentos de archivo y fuentes gubernamentales
- Experimentos de laboratorio
- Casi experimento
- Balanzas (cintas de medir y pesar)

En este caso se hará uso de instrumento de recolección de datos, tales como: fichas de recopilación de datos, normas técnicas peruanas, etc.

3.5. Procedimiento

El procedimiento que se llevará a cabo para la ejecución del presente proyecto de investigación está constituido por una rutina secuencial de labores con la única finalidad de lograr los posibles resultados mencionados en la hipótesis general y específicas de la investigación. Cabe mencionar que se buscan resultados positivos, no obstante estos podrían ser negativos.

En tal sentido este proceso será detallado de acuerdo al avance de los ensayos, empezando por la ubicación de la cantera de donde se extraerán los agregados, a los cuales se les realizará un estudio de agregados. Seguidamente se

realizara el diseño de mezcla que se utilizara para la elaboración de las 6 columnas experimentales y posteriormente se procedera a realizar la extracción de los 12 testigos diamantinos de 4”, los cuales seran perfilados para su posterior ensayo, 6 de ellos a compresión según lo requerido por la Norma ASTM C39 y la NTP 339.034 y los otros 6 restantes a penetración de agua bajo presión, según la NTC 4483.

A continuación se detallara el procedimiento desde la selección de agregados, los ensayos en laboratorio y sus respectivos cálculos:

Selección de agregados:

a) **Ubicación de las canteras:** Los agregados que se utilizaron para el desarrollo de la presente tesis y los ensayos en laboratorio, son agregados extraídos de las canteras de **TRAPICHE** (arena gruesa – agregado fino) y **UNICON** (piedra chancada – agregado grueso). Estos agregados de construcción son distribuidos a su vez por el proveedor de materiales de construcción de la zona **CORPORACIÓN A.P.G S.A.C. – FERRETERIA REY DAVID**, la misma que se encuentra ubicada en la Av. Alejandro Bertello – Callao, como se muestra en la **Fig.05**.

Figura 05. Número de RUC del proveedor de material en la zona.

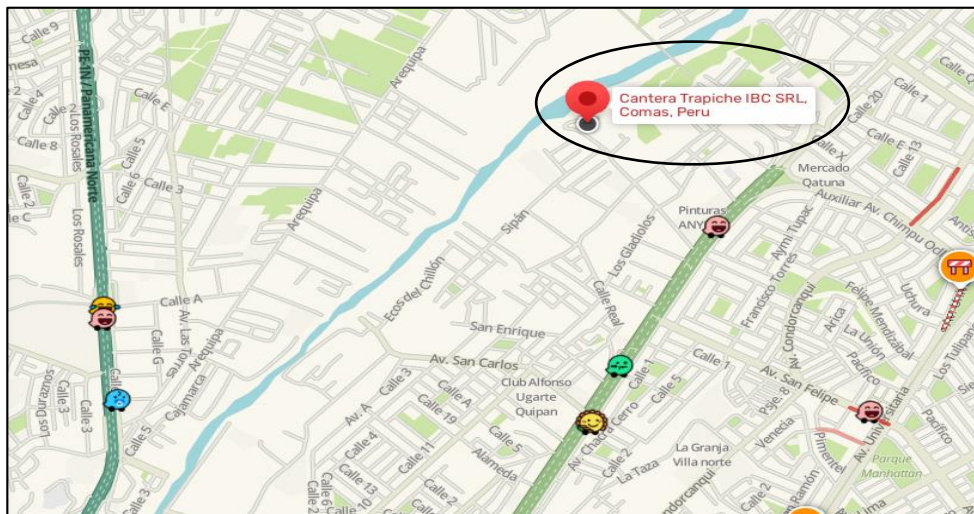
Resultado de la Búsqueda			
Número de RUC:	10107514533 - MAMANI CARITA GABINO		
Tipo Contribuyente:	PERSONA NATURAL CON NEGOCIO		
Tipo de Documento:	DNI 10751453 - MAMANI CARITA, GABINO		
Nombre Comercial:	FERRETERIA REY DAVID		
Fecha de Inscripción:	22/03/2001	Fecha de Inicio de Actividades:	01/04/2001
Estado del Contribuyente:	ACTIVO		
Condición del Contribuyente:	HABIDO		
Domicilio Fiscal:	-		
Sistema Emisión de Comprobante:	MANUAL	Actividad Comercio Exterior:	SIN ACTIVIDAD
Sistema Contabilidad:	MANUAL		
Actividad(es) Económica(s):	Principal - 4923 - TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERA Secundaria 1 - 4752 - VENTA AL POR MENOR DE ARTÍCULOS DE FERRETERÍA, PINTURAS Y PRODUCTOS DE VIDRIO EN COMERCIOS ESPECIALIZADOS		

Fuente: SUNAT.

En la **Fig. 05** se puede observar que el proveedor se encuentra registrado en la SUNAT y que esta dedicado a la venta de artículos y materiales de construcción.

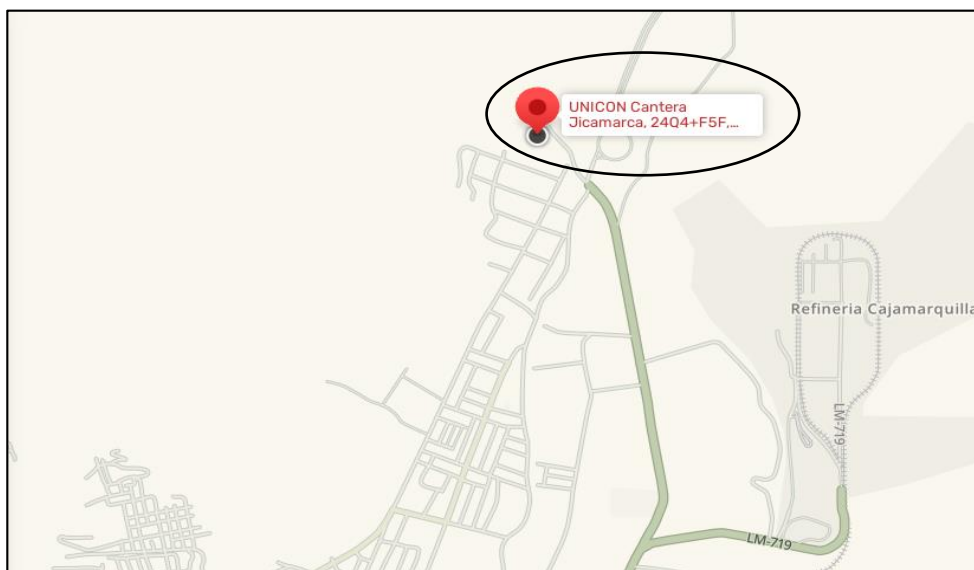
Asimismo, en los siguientes mapas se mostraran la ubicación exacta de las canteras elegidas para la utilización de los agregados en el desarrollo de la tesis, tanto de la cantera TRAPICHE como de la cantera UNICON.

Figura 06. Mapa de ubicación – Cantera Trapiche.



Fuente: WAZE.

Figura 07. Mapa de ubicación – Cantera Unicon.

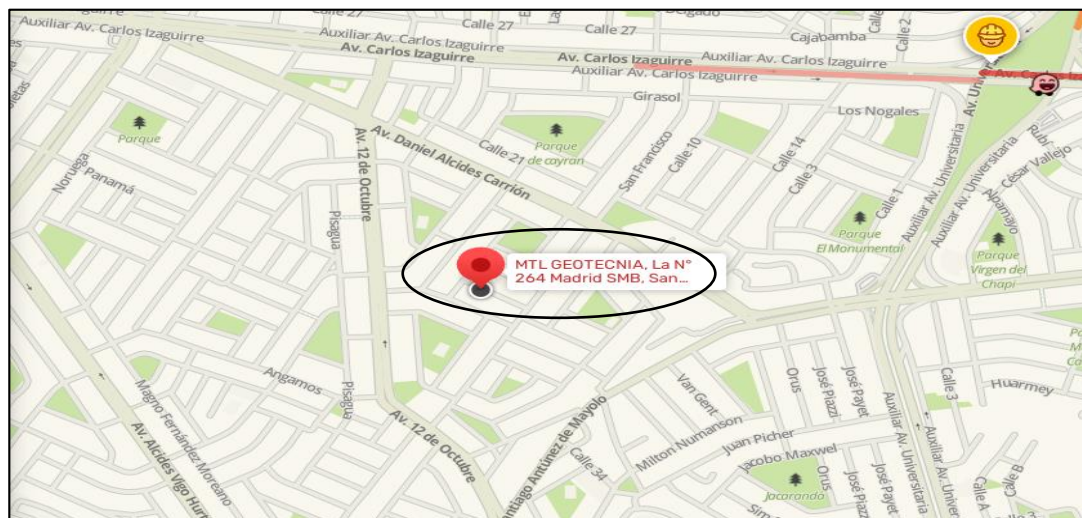


Fuente: WAZE.

- **Cantera Trapiche:** Distrito de Comas (**Fig. 06**)
- **Cantera Unicon:** Distrito de San Juan de Lurigancho (**Fig. 07**)

b) Ubicación de laboratorio: El laboratorio elegido para realizar los ensayos de la presente tesis fue MTL GEOTECNIA S.A.C. Ubicado en, calle La Madrid N° 264. Asoc. Los Olivos – Distrito de San Martín de Porres (Altura Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria).

Figura 08. Mapa de ubicación – Laboratorio MTL Geotecnia S.A.C.



Fuente: WAZE.

Estudio de agregado Fino y Grueso:

Agregado Fino:

A. Análisis granulométrico: El MTC (2017). Menciona que, el objetivo de realizar el análisis granulométrico consiste en clasificar las partículas que conforman en este caso tanto el agregado fino como el agregado grueso, agrupándolos por tamaños y separándolos por proporción relativa de sus pesos mediante el uso de los tamices con su tamaño respectivo y normados. Con la finalidad de verificar que el material utilizado este dentro del rango para el diseño de mezcla.

Asimismo, cabe mencionar que las dimensiones de los agregados están comprendidos dentro de los límites establecidos por la **Norma Técnica Peruana 400.011**. De igual manera los agregados finos y gruesos son en gran porcentaje el volumen total de la mezcla de concreto.

✚ Procedimiento de análisis granulométrico (Agregado Fino):

- a. Seleccionar una muestra representativa aplicando el proceso de cuarteo de la muestra.
- b. Secar la muestra representativa en el horno a una temperatura de 110°C +/- 5°C.
- c. Pesar la muestra seca representativa a una cantidad mayor de 500 gramos.
- d. Ordenar los tamices según la abertura, de mayor a menor según se muestra en la **Tabla 03**.

Tabla 03. Orden de tamices para granulometría de agregado fino.

MALLAS	ABERTURA
	(mm)
1/2"	12.50
3/8"	9.50
Nº 04	4.76
Nº 08	2.38
Nº 16	1.19
Nº 30	0.60
Nº 50	0.30
Nº 100	0.15
FONDO	

Fuente: Laboratorio MTL GEOTECNIA.

- e. Ubicar la muestra en el tamis superior para proceder al tamizado manual.

- f. Finalmente, retirar cada uno de los tamices y proceder a pesar las muestras retenidas en cada uno de ellos.

B. Contenido de humedad: APAZA E YSARBE (2016). Definen que, el contenido de humedad es el porcentaje de agua que retienen tanto el agregado fino y grueso o también la variación del agregado seco y agregado húmedo.

Por ende, una vez culminado el ensayo de granulometría, se procede a realizar el ensayo de contenido de humedad con el objetivo de conocer el porcentaje de humedad que presenta la muestra. Con la finalidad de realizar una optima dosificación de agua en el diseño de mezcla del concreto. Asimismo, es de suma importancia tener en consideración la **NTP 339.185** para la realización del presente ensayo.

🚧 Procedimiento de contenido de humedad (Agregado Fino):

- a. Utilizar la muestra representativa con la finalidad de realizar el cuarteo de la misma, para finalmente elegir una cantidad para el ensayo.
- b. Llevar al horno la muestra elegida para proceder a su secado a una temperatura de 110°C +/- 5°C.
- c. Finalmente, retirar la muestra seca y proceder al cálculo empleando la siguiente fórmula.

$$H(\%) = \frac{(W_h - W_s)}{W_s} \times 100$$

.....Fórmula N°1

Dónde:

H(%)	Contenido de humedad (%)
Wh	Peso del agregado fino húmedo (g)
Ws	Peso del agregado fina seco (g)

C. Peso específico y porcentaje de absorción: Los presentes ensayos tienen como finalidad obtener el peso específico sss, aparente y porcentaje de absorción, para posteriormente utilizar los resultados obtenidos para el diseño de mezcla. Cabe mencionar que para los presentes ensayos se tiene que considerar la **NTP 400.021**.

✚ Procedimiento de peso específico y absorción (Agregado Fino):

- a. Proceder a realizar el cuarteo de la muestra con el objetivo de tener una muestra representativa para el ensayo.
- b. Seguidamente saturar la muestra representativa por 24 horas +/- 4 horas.
- c. Posteriormente retirar la muestra representativa y colocarla en un recipiente expuesto temperatura ambiente.
- d. Seguidamente se procede a realizar la prueba con la muestra saturada por el método del cono, el cual tiene como objetivo analizar el grado de saturación del agregado fino.
- e. Una vez verificada la muestra seca saturada superficial, se procede a tomar el peso.
- f. Agregar agua a la fiola, hasta que esta este por encima del material y proceder a agitar para eliminar la burbujas de aire.
- g. Seguidamente, llenar la fiola hasta los 500 cm³ y determinar el peso obtenido total.
- h. Posteriormente, verter el material en un recipiente y dejar reposar para luego eliminar el agua excedente con una pipeta.
- i. Finalmente, llevar la muestra al horno para su secado por 24 horas, a una temperatura de 110°C +/- 5°C. Para posteriormente retirarlo y proceder al cálculo del peso específico y porcentaje de absorción.

Para realizar el cálculo se utilizan las siguientes fórmulas:

$$P.E. Masa = \frac{A}{V - W}$$

.....Fórmula N°2

$$P.E. Masa_{sss} = \frac{500}{V - W}$$

.....Fórmula N°3

$$P.E. Aparente = \frac{A}{V - W - (500 - A)}$$

.....Fórmula N°4

$$\%Abs = \frac{(500 - A)}{A} \times 100$$

.....Fórmula N°5

Dónde:

P.E	Peso específico (g/cm ³)
%Abs	Porcentaje de absorción (%)
A	Peso de agregado fino seco en el horno (g)
V	Volumen de balón.
W	Peso de agua

D. Peso unitario suelto y seco: Este ensayo nos permite conocer el PUs y PUc del agregado fino, cabe mencionar que se debe tomar en consideración la NTP 400.017 para la realización del ensayo ya mencionado.

Procedimiento del peso unitario suelto (Agregado Fino):

- a. Realizar el procedimiento de cuarteo del material para obtener una muestra para el desarrollo del ensayo.
- b. Seguidamente, introducir la muestra en un recipiente desde una altura ≤ 5cm. Previamente debe de apuntarse el peso del recipiente.
- c. Finalmente con una varilla lisa de acero debe de retirar el material excedente superior a la boquilla del recipiente.
- d. Por último se coloca sobre la balanza y se anota el peso obtenido.

✚ **Procedimiento del peso unitario compactado (Agregado Fino):**

- a. Introducir la muestra representativa en el recipiente hasta una tercera parte del mismo.
- b. Seguidamente chusear con una varilla lisa, dando 25 golpes. Este proceso se realizará en las dos capas siguientes, siendo en total tres capas.
- c. Finalmente, se procederá a retirar el material excedente superior a la boquilla del recipiente con una varilla lisa.
- d. Por último se colocará sobre la balanza y se anotará el peso obtenido.

Para obtener los calculos del Pus y PUC se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$PUs = \frac{Ws}{Vr}$$

.....Fórmula N°6

$$PUC = \frac{Wc}{Vr}$$

.....Fórmula N°7

Dónde:

Ws	Peso del agregado fino suelto (kg/m ³)
Wc	Peso del agregado fino compactado (kg/m ³)
Vr	Volumen del recipiente (m ³)

Agregado Grueso:

A. Análisis granulométrico:

Se realizará el procedimiento de análisis granulométrico del agregado grueso, tomando en consideración la **Norma Técnica Peruana 400.012** como referente para la realización correcta del ensayo. Por ende es de suma importancia realizar un buen análisis con la finalidad de lograr un correcto y óptimo diseño de mezcla.

✚ **Procedimiento de análisis granulométrico (Agregado Grueso):**

- a. Seleccionar una muestra representativa del agregado grueso aplicando el proceso de cuarteo de la muestra.
- b. Secar la muestra elegida en el horno a una temperatura de 110°C +/- 5°C.
- c. Pesar la muestra seca para su posterior tamizaje.
- d. Ordenar los tamices según la abertura, de mayor a menor según se muestra en la **Tabla 04**.

Tabla 04. Orden de tamices para granulometría de agregado grueso.

MALLAS	ABERTURA
	(mm)
2"	50.00
1 1/2"	37.50
1"	24.50
3/4"	19.05
1/2"	12.50
3/8"	9.53
Nº 04	4.76
Nº 08	2.38
Nº 16	1.18
FONDO	

Fuente: Laboratorio MTL GEOTECNIA.

- e. Ubicar la muestra en el tamis superior para proceder al tamizado manual.
- f. Finalmente, retirar cada uno de los tamices y proceder a pesar las muestras retenidas en cada uno de ellos.

B. Contenido de humedad: Una vez culminado el ensayo de granulometría, se procede a realizar el ensayo de contenido de humedad con el objetivo de conocer el porcentaje de humedad que presenta el agregado grueso. Asimismo, es de suma importancia tener en consideración la **NTP 339.185** para la realización del presente ensayo.

✚ **Procedimiento de contenido de humedad (Agregado Grueso):**

- a. Utilizar la muestra representativa con la finalidad de realizar el cuarteo de la misma, para finalmente elegir una cantidad para el ensayo.
- b. Llevar al horno la muestra elegida para proceder a su secado a una temperatura de 110°C +/- 5°C.
- c. Finalmente, retirar la muestra seca y proceder al cálculo empleando la siguiente fórmula.

$$H(\%) = \frac{(W_h - W_s)}{W_s} \times 100$$

.....Fórmula N°1

Dónde:

H(%)	Contenido de humedad (%)
Wh	Peso del agregado grueso húmedo (g)
Ws	Peso del agregado grueso seco (g)

C. Peso específico y porcentaje de absorción: Los presentes ensayos tienen como finalidad obtener el peso específico aparente y porcentaje de absorción del agregado grueso, para permitirnos realizar un correcto diseño de mezcla. Cabe mencionar que para los presentes ensayos se tiene que considerar la **NTP 400.021**.

✚ **Procedimiento de peso específico y absorción (Agregado Grueso):**

- a. Proceder a realizar el cuarteo de la muestra con el objetivo de tener una muestra representativa para el ensayo.
- b. Seguidamente se coloca el material elegido en el cuarteo y se emplea solo el material retenido en la malla N°4.
- c. Luego se procede a secar la muestra representativa por 24 horas +/- 4 horas, para luego sunergirlo en un recipiente con agua por 24 horas +/- 4 horas.

- d. Posteriormente retirar la muestra representativa y colocarla en una franela que sirva para secar la superficie del agregado grueso, esto permitirá obtener una muestra saturada con superficie seca.
- e. Una vez verificada la muestra saturada con superficie seca, se procede a registrar su peso "B", para luego colocar esa muestra en una canastilla metálica de la balanza hidrostática, para finalmente conocer su peso sumergido bajo agua a temperatura de 23°C +/- 2°C.
- f. Finalmente, llevar la muestra al horno para su secado por 24 horas, a una temperatura de 110°C +/- 5°C. Para posteriormente retirarlo y proceder al calculo del peso "A".

Para realizar el cálculo del peso específico y porcentaje de absorción se utilizan las siguientes fórmulas:

$$P.E.Masa = \frac{A}{B - C}$$

.....Fórmula N°8

$$P.E.Masa_{sss} = \frac{B}{B - C}$$

.....Fórmula N°9

$$P.E.Aparente = \frac{A}{A - C}$$

.....Fórmula N°10

$$\%Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$$

.....Fórmula N°11

Dónde:

P.E	Peso específico (g/cm ³)
%Abs	Porcentaje de absorción (%)
A	Peso de la muestra seca en el horno (g)
B	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (g)
C	Peso de la muestra saturada en el agua (g)

D. Peso unitario suelto y seco: Este ensayo nos permite conocer el PUs y PUC del agregado fino, cabe mencionar que se debe tomar en consideración la **NTP 400.017** para la realización del ensayo ya mencionado.

✚ Procedimiento del peso unitario suelto (Agregado Grueso):

- a. Realizar el procedimiento de cuarteo del material para obtener una muestra para el desarrollo del ensayo.
- b. Seguidamente, introducir la muestra en un recipiente desde una altura $\leq 5\text{cm}$. Previamente debe de apuntarse el peso del recipiente.
- c. Finalmente con una varilla lisa de acero debe de retirar el material excedente superior a la boquilla del recipiente.
- d. Por último se coloca sobre la balanza y se anota el peso obtenido.

✚ Procedimiento del peso unitario compactado (Agregado Grueso):

- a. Introducir la muestra representativa en el recipiente hasta una tercera parte del mismo.
- b. Seguidamente chusear con una varilla lisa, dando 25 golpes. Este proceso se realizará en las dos capas siguientes, siendo en total tres capas.
- c. Finalmente, se procederá a retirar el material excedente superior a la boquilla del recipiente con una varilla lisa.
- d. Por último se colocará sobre la balanza y se anotará el peso obtenido.

Para obtener los calculos del PUs y PUC se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$PUs = \frac{Ws}{Vr}$$

.....Fórmula N°6

$$PUC = \frac{Wc}{Vr}$$

.....Fórmula N°7

Dónde:

Ws	Peso del agregado grueso suelto (kg/m ³).
Wc	Peso del agregado grueso compactado (kg/m ³).
Wr	Volumen del recipiente (m ³).

Diseño de mezcla

ENRIQUEZ y SHIMABUKURO (2019) mencionan que, el diseño de mezcla tiene como objetivo encontrar la dosificación adecuada y óptima para el concreto a utilizarse según las necesidades requeridas en obra. De igual manera, el diseño de mezcla tiene como objetivo brindar al concreto en estado fresco o endurecido ciertas capacidades que le permitan lograr un óptimo desempeño estructural para el cual fue elaborado, cumpliendo los procesos de cálculo establecidos por la Norma PÉREZ Y LEÓN (2019).

Para la presente investigación se busca diseñar un concreto de 210 kg/cm², ya que es un f'c aplicado en gran porcentaje en la construcción de viviendas en la ciudad de Lima y en todo el Perú.

Procedimiento para el diseño de mezcla:

1. Determinar la resistencia promedio para el diseño, con el coeficiente mayorado brindado por la ACI 211 según la **Tabla 05** y considerando nuestra resistencia requerida de 210kg/cm².

Tabla 05. Resistencia promedio para el diseño de mezcla.

f'c (kg/cm²)	f'cr (kg/cm²)
Menos de 210	f'c + 70
De 210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

Fuente: Comité ACI 211

2. Elección del revenimiento o asentamiento según la consistencia que se requiera para la elaboración del concreto. En esta ocasión se requiere una consistencia plástica, ya que se elaboraran columnas que forman parte del grupo de elementos estructurales. Este asentamiento se determina según la **Tabla 06**.

Tabla 06. Revenimientos o asentamientos del concreto.

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (pulg)
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	≥ 5"

Fuente: Comité ACI 211

3. Elección del tamaño máximo nominal de agregado (TMN), para este caso se identifica el menor tamiz por el cual pasa toda la muestra representativa del agregado grueso.
4. Selección de la relación agua- cemento según la resistencia requerida para el concreto. Asimismo, se considera la resistencia promedio f'_{cr} para el diseño de mezcla del concreto con una resistencia a la compresión a los 28 días , tomando en cuenta si el diseño del concreto se realizará con aire incorporado o sin aire incorporado, tal como se muestra en la **Tabla 07**.

Tabla 07. Relación agua – cemento y resistencia a la compresión del concreto.

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'_{cr}) (kg/cm ²)	Relación agua – cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	————
400	0.43	————
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Comité ACI 211

5. Cálculo del agua de mezclado y el contenido de aire, este procedimiento se realiza tomando en consideración el asentamiento requerido y el TMN del agregado, con la finalidad de obtener el volumen de agua requerida para un metro cúbico de concreto. Asimismo se toma en consideración si el diseño requiere de aire incorporado o será sin aire incorporado. Esto según la **Tabla 08.**

Tabla 08. Cantidad de agua por metro cúbico de concreto.

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para los TMN de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire indorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con aire indorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Comité ACI 211

6. Cálculo del contenido de cemento, se realiza tomando en consideración la relación agua – cemento y también el volumen de agua obtenida en la **Tabla 08**. Esta cantidad de concreto se determina aplicando la siguiente fórmula.

$$R a/c = \frac{A}{C}$$

.....Fórmula N°12

Dónde:

R a/c	Relación agua - cemento
A	Agua de diseño (lt/m ³)
C	Peso del cemento ((kg/m ³)

7. Cálculo del aire atrapado, el aire atrapado se determina de acuerdo a la **Tabla 09**. Tomando en consideración el TMN del agregado grueso.

Tabla 09. Contenido de aire atrapado.

Tamaño máximo nominal (Pulg)	Aire atrapado (%)
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
6"	0.2 %

Fuente: Comité ACI 211

8. Estimación del contenido de agregado grueso, es obtenido teniendo en consideración el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso, así como el módulo de fineza del agregado fino, tal como se muestra en la **Tabla 10**. Esto con la finalidad de obtener el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto. Para obtener este valor es necesario interpolar o extrapolar dependiendo el módulo de fineza obtenido en el laboratorio. Finalmente se procede a aplicar la siguiente fórmula para hallar el peso unitario compactado seco.

Tabla 10. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	Módulo de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.46	0.46	0.44
1/2"	0.49	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Comité ACI 211

$$PUcs = Vol. A. G \times PUC$$

.....Fórmula N°13

9. Estimación del contenido de agregado fino, para hallar el volumen de agregado fino es necesario calcular con anticipación el volumen absoluto tanto del cemento, agregado grueso, agua y aire. Ya que estos valores obtenidos nos permitan hallar el volumen del agregado fino. Los volúmenes absolutos se calculan mediante la siguiente fórmula.

$$VA = \frac{\text{Peso seco}}{P. E \times 1000}$$

.....Fórmula N°14

Dónde:

VA	Volumen absoluto (m ³)
P.E	Peso específico (g/cc)

10. Corrección por humedad del agregado, este proceso se realiza tanto al agregado fino como al agregado grueso, tomando en consideración el porcentaje de humedad obtenidos en el laboratorio, Asimismo, estos valores de corrección por humedad se hallan aplicando la siguiente fórmula.

$$CH = \text{Peso seco} \left(\frac{\%humedad}{100} + 1 \right) \quad \text{.....Fórmula N°15}$$

Dónde:

CH	Corrección por humedad (kg/m ³)
----	---

11. Corrección por absorción del agregado, este proceso se realiza al agregado fino como al agregado grueso, tomando en consideración el peso seco de los agregados, el % de absorción y el % de humedad. Para hallar estos valores se aplica la siguiente fórmula.

$$CA = \text{Peso seco} \left(\frac{\%absorción - \%humedad}{100} \right) \quad \text{.....Fórmula N°16}$$

Donde:

CA	Corrección por absorción (lt/m ³)
----	---

12. Agua efectiva, es calculada teniendo en consideración el agua de diseño y el agua libre calculado en la corrección por absorción, este valor de agua efectiva se halla aplicando la siguiente fórmula.

$$AE = AD + AL \quad \text{.....Fórmula N°17}$$

Dónde:

AE	Agua efectiva (lt/m ³)
AD	Agua de diseño (lt/m ³)
AL	Agua libre (lt/m ³)

13. Diseño teórico húmedo, se realiza teniendo en consideración la relación agua – cemento y el nuevo volumen de agua efectiva, para volver a calcular el nuevo peso seco del cemento. Este procedimiento se realiza aplicando la siguiente fórmula.

$$R\ a/c = \frac{A}{C}$$

.....Fórmula N°12

Dónde:

R a/c	Relación agua - cemento
A	Agua de diseño corregida (lt/m ³)
C	Peso del cemento ((kg/m ³)

14. Proporciones en peso de agregados, este valor se calcula tomando en consideración los pesos de los agregados respecto al peso del cemento, con la finalidad de hallar la proporción adecuada para el diseño de mezcla del concreto, tal como se muestra en la siguiente **Tabla 11**.

Tabla 11. Proporciones en peso de los agregados.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
PC/PC	PAF/PC	PAG/PC	AE/PC
X	Y	Z	R a/c

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

PC	Peso del cemento (kg/m ³)
PAF	Peso del agregado fino (kg/m ³)
PAG	Peso del agregado grueso (kg/m ³)
AE	Agua efectiva (lt/m ³)
X	Proporción del cemento
Y	Proporción del agregado fino
Z	Proporción del agregado grueso
R a/c	Relación agua cemento

- 15.** Proporciones en volumen, se calcula tomando en consideración el volumen de una bolsa de cemento equivalente a 1 pie³, para hallar la proporción tanto de la arena fina, gruesa y volumen de agua. Estos valores se hallan aplicando la siguiente fórmula.

$$PV = \frac{Pp \times Pbc \times 35.31}{PUs}$$

.....Fórmula N°18

Dónde:

PV	Proporción en volumen (pie ³)
Pp	Proporción en peso (kg/m ³)
Pbc	Peso de bolsa de cemento (kg)
PUs	Peso unitario suelto seco (kg/m ³)

- 16.** Por último se realiza el cálculo de las proporciones en peso para realizar la prueba de Slump considerando el 1.4% de las proporciones en peso de los agregados y corroborar que se este cumpliendo con el asentamiento requerido previamente. En caso no se cumpliera se tendría que volver a recalcular considerando la variación de los agregados (mayor probabilidad la variación del agua), teniendo en cuenta que se podría alterar la relación agua/cemento o manteniendo la relación agua/cemento constante para no alterar la resistencia requerida para el diseño. Por último cabe mencionar que esto dependerá del criterio del investigador.

17. Una vez corroborado el asentamiento se considera un 1.8% de las nuevas proporciones en peso para realizar la comprobación del Slump y posteriormente realizar el vaciado de las 9 probetas, que una vez curadas por 7, 14 y 28 días respectivamente serán ensayadas a compresión para corroborar el cumplimiento de la resistencia requerida para el diseño de concreto.

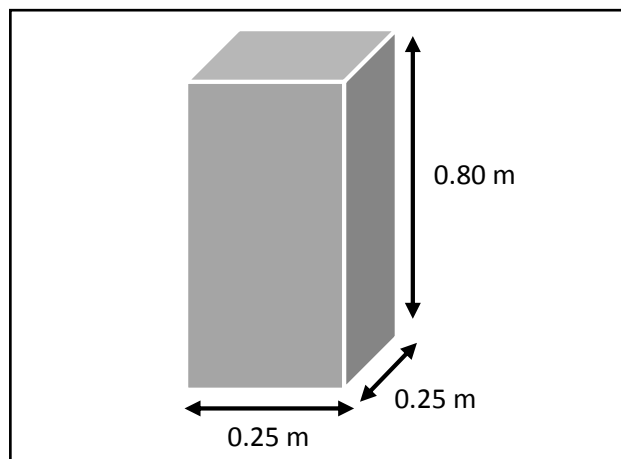
Cálculo de las proporciones para el vaciado de las columnas experimentales

Tomando en consideración que los calculos obtenidos en proporciones por peso de los agregados en el diseño de mezcla de 210 kg/cm^2 son para 1 m^3 , se procede a evaluar el volumen de las columnas experimentales para calcular sus proporciones en peso de los agregados a utilizarse.

✚ Procedimiento de cálculo:

1. Determinar el volumen de una columna experimental, para hallar el volumen total de la población que comprenden 6 columnas experimentales.

Figura 09. Dimensiones columna experimental.



Fuente: Elaboración propia.

2. Calcular el porcentaje a utilizarse de los agregados, teniendo en cuenta las proporciones de los agregados para 1 m^3 y el volumen de las columnas experimentales.

3. Calcular las proporciones de los agregados para el volumen total de las columnas experimentales considerando un 2% de desperdicios.
4. Proceder a realizar el vaciado de las 6 columnas experimentales, para posteriormente ser curadas 2 columnas por 14 días, 2 columnas por 21 días y las últimas 2 columnas por 28 días. Para finalmente realizar la extracción de testigos diamantinos en sus determinados periodos de tiempo y posteriormente ser llevados a realizarles los ensayos de compresión y permeabilidad como se explica en la **Fig.04**.

Procedimiento de cálculo del coeficiente de permeabilidad

En este proceso el espécimen o testigo diamantino es llevado a la celda de ensayo, donde se le aplicará a una de sus caras transversales una presión de agua de 0.5 Mpa durante 4 días, tal como se muestra en la **Fig.01**.

Asimismo, para calcular el coeficiente de permeabilidad se aplican dos métodos los cuales son:

- a. **Por flujo constante**
- b. **Por profundidad de penetración**

a. Por flujo constante: Como se mencionó anteriormente una vez colocado el espécimen en la celda de ensayo se le aplica una presión de agua de 0.5 Mpa por 4 días. En este caso el flujo de agua atraviesa el espécimen por la cara inferior antes de los cuatro días, por lo que el cálculo del coeficiente de permeabilidad se realiza midiendo el flujo en un recipiente en un determinado periodo de tiempo. Para realizar el cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$K = \frac{\rho L g Q}{P A}$$

.....Fórmula N°19

Dónde:

K	Coeficiente de permeabilidad (m/s)
ρ	Densidad del agua (kg/m ³)
L	Longitud del espécimen (m)
G	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Q	Caudal del agua (m ³ /s)
P	Presión del agua (N/m ²)
A	Área transversal del espécimen (m ²)

Cabe mencionar que este método es usualmente utilizado en concretos permeables, sin embargo puede existir la posibilidad de se se de en concretos convencionales.

- b. Por profundidad de penetración:** Este método se aplica cuando al pasar los 4 días de ensayo no se registra flujo por la cara inferior del espécimen o testigo diamantino. En este caso se procede seccionar el espécimen por medio del ensayo de tracción indirecta, con la finalidad de poder realizar la medición de la profundidad de penetración de agua en el espécimen.

Para realizar el proceso de cálculo del coeficiente de permeabilidad en este caso, se aplica la siguiente fórmula:

$$K = \frac{D^2 v}{2Th}$$

.....Fórmula N°20

Dónde:

K	Coeficiente de permeabilidad (m/s)
D	Profundidad de penetración (m)
T	Tiempo para penetrar la profundidad D (s)
h	Cabeza de presión (m)
v	Porosidad del concreto en ensayo

Método normalmente utilizado en concretos convencionales y concretos con otros aditivos.

Cálculo de variación de costos en cuanto a sistema tradicional de encofrado de madera y encofrado tradicional de madera con adición de plástico.

Para calcular la variación del costo entre los sistemas mencionados se realizará el análisis de costos unitarios respecto a 1m² de encofrado. Para el caso de encofrado tradicional y con adición de plástico, se realizará el análisis de costos unitarios con la finalidad de hallar el valor por m² de estos dos sistemas.

Procedimiento de cálculo:

1. Realizar el ACU del encofrado tradicional de columnas a base de madera para 1m².
2. Realizar el ACU del encofrado tradicional de columnas a base de madera con adición de plástico para 1m².
3. Realizar la comparación de los sistemas de encofrados teniendo en consideración los valores económicos hallados, contrastandolos posteriormente con las ventajas y desventajas de los tres sistemas.

3.6. Métodos de análisis de datos

El método de análisis de datos empieza una vez concluida la recolección de datos con los respectivos instrumentos de recolección de datos utilizados en su desarrollo, los cuales serán procesados mediante programas (software) para la elaboración de los resultados.

- ✓ **Análisis descriptivo:** Para hallar las tablas y gráficas descriptivas se utilizó el software Excel 2019.

Rigor científico

Validez

La validez hace mención al núcleo de todo trabajo de investigación y al grado de validez que poseen los instrumentos aplicados, ya que mediante estos se verán reflejado los resultados del trabajo de investigación. Asimismo, la validez se determina a través de las opiniones de expertos o mediante los instrumentos que tengan relación con las variables de estudio HERNÁNDEZ y MENDOZA (2018).

En consecuencia la validez consiste en el punto de vista de los expertos en la especialidad de diseño sísmico estructural o profesionales del rubro de estudio, de igual manera deben de ser colegiados y estar habilitados por el colegio de ingenieros del Perú.

Confiabilidad

HERNÁNDEZ y MENDOZA (2018) mencionan que, la confiabilidad es la evaluación de los instrumentos de medición que serán participes dentro del desarrollo de una investigación, cabe mencionar que este instrumento puede contener diferentes escalas, las cuales se calculan con la confiabilidad si fuese el caso.

El grado de confiabilidad del presente proyecto de investigación es alto, ya que se está empleando técnicas e instrumentos de recolección de datos que reflejaran de manera clara y precisa los resultados obtenidos, para finalmente

ser procesados y confirmar las hipótesis mencionadas así como lograr los objetivos propuestos.

3.7. Aspectos éticos

Como profesionales y futuros ingenieros civiles debemos tener en consideración la correcta utilización de información y datos obtenidos en campo, ya que estos reflejarán la ética profesional y el nivel de profesionalismo con el cual fue desarrollado el proyecto de investigación.

IV. RESULTADOS

Ejecución de los ensayos de agregados y diseño de mezcla 210 kg/cm²

Para el diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm² es necesario primero realizar los ensayos de los agregados, para obtener datos de los agregados, que nos permitan realizar el cálculo correspondiente del diseño de mezcla requerido. A continuación se procederá a realizar el cálculo de los ensayos realizados a los agregados del concreto.

Granulometría del agregado fino

Como ya se mencionó anteriormente en el procedimiento del ensayo de granulometría del agregado fino según la norma **ASTM C136**, Se procede a usar el método de cuarteo **Fig.10**, con la finalidad de obtener una muestra representativa que permita realizar el tamizado para lograr obtener la curva granulométrica **Gráfica 01**, Así como el modulo de finura del agregado fino. A continuación se muestra la **Tabla 12**, con los datos obtenidos en el proceso de tamizado manual **Fig.11**.

Figura 10. Método de cuarteo para seleccionar muestra representativa.



Fuente: Propia.

Figura 11. Proceso de tamizado – Método manual.



Fuente: Propia.

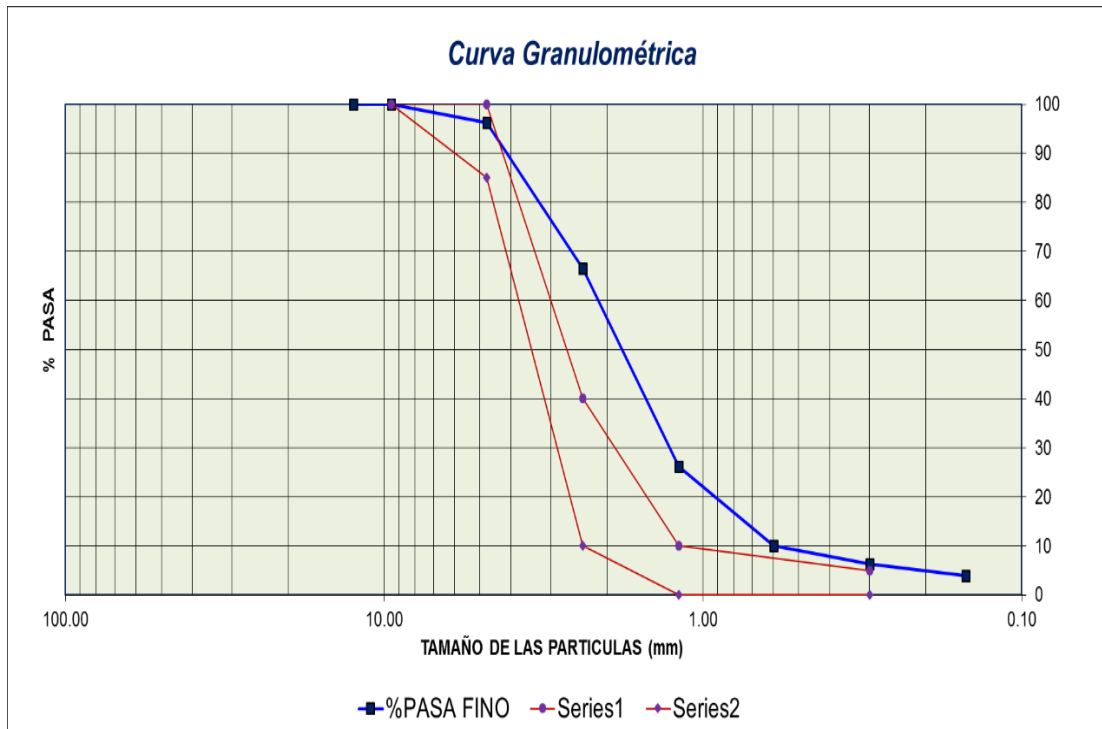
Tabla 12. Granulometría del agregado fino.

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #9	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.76	53.9	3.7	3.7	96.3	85	100
Nº 08	2.38	427.6	29.7	33.4	66.6	10	40
Nº 16	1.19	583.0	40.45	73.9	26.1	0	10
Nº 30	0.60	232.3	16.1	90.0	10.0		
Nº 50	0.30	53.7	3.7	93.7	6.3	0	5
Nº 100	0.15	34.1	2.4	96.1	3.9		
FONDO		56.60	3.9	100.0	0.0		

Fuente: Laboratorio MTL GEOTECNIA.

La **Tabla 12**, de la granulometría del agregado fino muestra los diferentes pesos obtenidos en las mallas según su diametro, así mismo también los diferentes porcentajes de agregados finos retenidos y retenidos acumulados, con los cuales se procederá a realizar la curva granulométrica del agregado fino, tal como se muestra en el siguiente **Gráfica 01**, obtenido según la norma ASTM C33.

Gráfica 01. Curva granulométrica del agregado fino.



Fuente: Laboratorio MTL GEOTECNIA.

En la gráfica se puede observar que la curva granulométrica no se encuentra dentro de los rangos establecidos por la norma ASTM C33, por lo tanto es un material gravoso que no cuenta con los estándares requeridos para el concreto a utilizar y que podría ocasionar ciertas alteraciones en cuanto a la trabajabilidad del concreto. No obstante la utilización del material ensayado puede ser factible si así lo considera el diseñador, Ya que de él depende el uso que le de al material en obra y los resultados que obtenga en los ensayos posteriores.

Una vez obtenido estos valores se puede proceder a obtener el módulo de finura del agregado fino. Esto se calcula realizando la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas, dividiendo la suma total entre 100. Tal como se muestra en la siguiente fórmula.

$$mf = \frac{\sum \%ret, acum. (3/8'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

.....Fórmula N°21

$$mf = \frac{(0 + 3.7 + 33.4 + 73.9 + 90 + 93.7 + 96.1)}{100}$$

$$mf = 3.10$$

Cálculo del contenido de humedad del agregado fino

Para realizar el cálculo del porcentaje de contenido de humedad se obtuvieron los siguientes datos en laboratorio, para posteriormente aplicarlo según la **Fórmula 1**.

Tabla 13. Valores obtenidos para el cálculo de contenido de humedad.

Descripción	Cantidad	Pesos sin tara
peso de tara	385.6	-----
Wh: peso húmedo + tara	1849.9	1464.3
Ws: peso seco + tara	1826.8	1441.2

Fuente: Elaboración propia.

$$H(\%) = \frac{(Wh - Ws)}{Ws} \times 100$$

.....Fórmula N°1

$$H(\%) = \frac{(1464.3 - 1441.2)}{1441.2} \times 100$$

$$H(\%) = 1.6$$

Cálculo del peso específico del agregado fino

Para el cálculo del peso específico se procede a realizar el método de cuarteo del agregado fino con la finalidad de obtener una muestra representativa de 500g como se aprecia en la **Figura 12**, la que representara la muestra seca superficialmente saturada. Asimismo en la **Tabla 15**, se presentan los valores obtenidos en laboratorio para el cálculo del peso específico.

Figura 12. Obteniendo muestra representativa para peso específico.



Fuente: Propia.

Tabla 14. Datos preliminares para la obtención del peso específico.

Ítem	Descripción	Unid	Cantidad
1	Peso de Muestra Seca	gr	491.30
2	Peso de fiola + Agua	gr	635.40
3	Peso de fiola + Muestra SSS + Agua	gr	945.40
4	Peso de Muestra SSS	gr	500.00
5	Peso de fiola	gr	137.50
6	Volumen de la fiola	ml	500.00

Fuente: Elaboración propia.

Una vez aplicadas las **Fórmulas 2, 3, 4, 5** se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la **Tabla 15**.

Tabla 15. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.

Descripción	Resultado	Unidad
P.E. Masa	2.586	(g/cm ³)
P.E. Msss	2.632	(g/cm ³)
P.E. Aparente	2.710	(g/cm ³)
% de absorción	1.471	(%)

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del peso unitario suelto y seco

Para realizar el cálculo del peso unitario suelto y seco, primero se procede a realizar el pesado del molde cilíndrico donde se procederá a realizar el llenado del agregado fino, este debe ser previamente cuarteado para considerar una muestra representativa.

Asimismo, esta muestra representativa se utilizará tanto para el Pus y PUc, teniendo en cuenta que para el primero no se tomará en cuenta las 25 chuseadas en cada tercera parte vertida en el molde cilíndrico, mientras tanto en el procedimiento para hallar el PUc si es de suma importancia realizar el chuseado con una varilla lisa por 25 golpes en cada una de las tres capas vertidas en el molde, tal como se muestra en la **Fig.13 y 14**. Finalmente para hallar los datos del **Pus** y **PUc**, es necesario aplicar las **Fórmulas 6 y 7**.

Figura 13. Proceso de obtención del PUs.



Fuente: Propia.

Figura 14. Proceso de obtención del PUC.



Fuente: Propia.

A continuación se muestran en la **Tabla 16**, los datos preliminares para el cálculo del PUs y PUc.

Tabla 16. Datos para determinar el PUs y PUc.

Ensayo	Peso de muestra + recipiente (kg)	Peso de recipiente (kg)	Peso de muestra (kg)	Volumen del recipiente (cm ³)
PU_s	17.97	5.10	12.87	0.00953
PU_c	20.12	5.10	15.02	0.00953

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando fórmulas:

$$PU_s = \frac{W_s}{V_r}$$

.....Fórmula N°6

$$PU_s = \frac{12.87}{0.00953} \quad \quad \quad \mathbf{PU_s = 1351 \text{ kg/cm}^3}$$

$$PU_c = \frac{W_c}{V_r}$$

.....Fórmula N°7

$$PU_c = \frac{15.02}{0.00953} \quad \quad \quad \mathbf{PU_c = 1576 \text{ kg/cm}^3}$$

Granulometría del agregado grueso

Como ya se mencionó anteriormente en el procedimiento del ensayo de granulometría del agregado grueso según la ASTM C136, Se procede a usar el método de cuarteo **Fig.15** y considerando la cantidad mínima de material para el desarrollo del ensayo, tal como lo muestra la **Tabla 18**, con la finalidad de obtener una muestra representativa que permita realizar el tamizado para lograr obtener la

curva granulometrica **Gráfica 02**, Así como el módulo de finura del agregado fino. A continuación se muestra la **Tabla 17**, con los datos obtenidos en el proceso de tamizado manual **Fig 16**.

Tabla 17. Cantidades mínimas para granulometría agregado grueso.

Tamaño máximo nominal abertura cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
(mm)	(pulg)	(kg)
9.5	3/8"	1
12.5	1/2"	2
19.0	3/4"	5
25.0	1"	10
37.5	1 1/2"	15
50.0	2"	20
63.0	2 1/2"	35
75.0	3"	60
90.0	3 1/2"	100
100.0	4"	150
125.0	5"	300

Fuente: ASTM C136

Figura 15. Método de cuarteo para seleccionar muestra representativa.



Fuente: Propia.

Figura 16. Proceso de tamizado – Método manual.



Fuente: Propia.

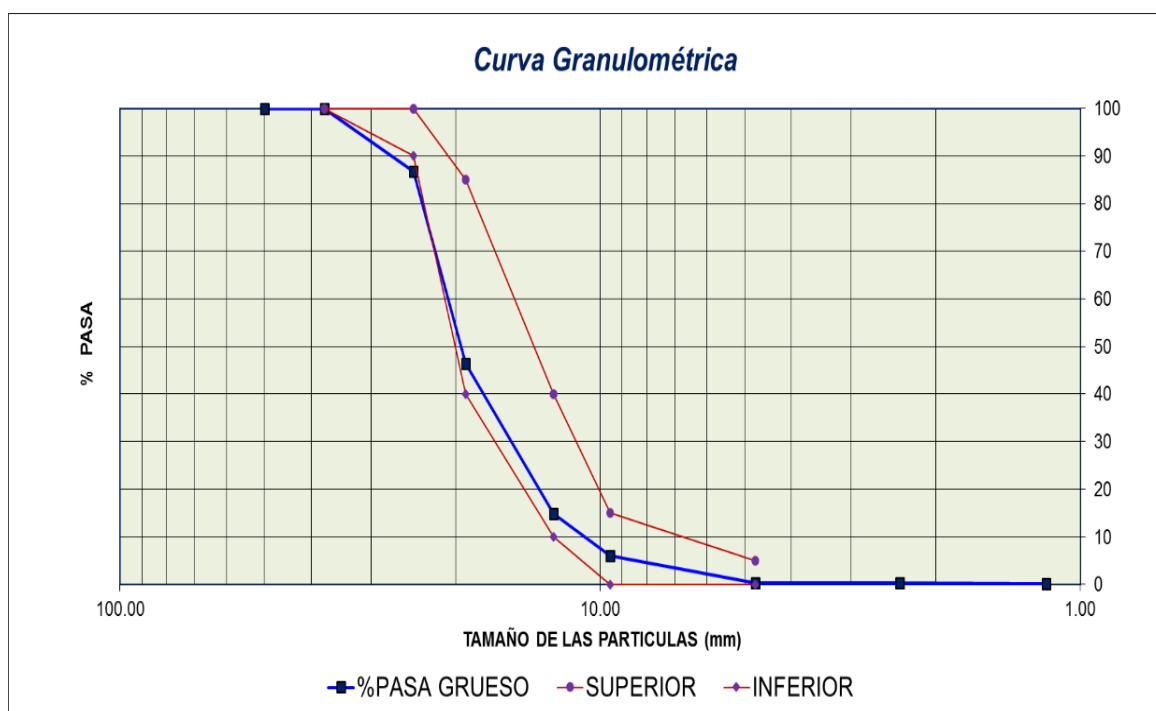
Tabla 18. Granulometría del agregado grueso.

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso	
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	24.50	1248.0	13.25	13.25	86.75	90	100
3/4"	19.05	3800.0	40.34	53.58	46.42	40	85
1/2"	12.50	2972.0	31.55	85.13	14.87	10	40
3/8"	9.53	833.0	8.84	93.97	6.03	0	15
Nº 04	4.76	531.0	5.64	99.61	0.39	0	5
Nº 08	2.38	13.0	0.14	99.75	0.25		
Nº 16	1.18	2.0	0.02	99.77	0.23		
FONDO		22.00	0.23	100.00	0.00		

Fuente: Laboratorio MTL GEOTECNIA.

La **Tabla 18**, de la granulometría del agregado grueso muestra los diferentes pesos obtenidos en las mallas según su diametro, así mismo también los diferentes porcentajes de agregados gruesos retenidos y retenidos acumulados, con los cuales se procederá a realizar la curva granulométrica del agregado grueso, tal como se muestra en el siguiente **Gráfica 02**, obtenido según la norma ASTM C33.

Gráfica 02. Curva granulométrica del agregado grueso.



Fuente: Laboratorio MTL GEOTECNIA.

En la gráfica se puede observar que la curva granulométrica se encuentra dentro de los rangos establecidos por la norma ASTM C33, por lo tanto es un material que cuenta con los estándares requeridos para el concreto a utilizar, salvo en el tamiz de 1" donde se obtuvo un porcentaje de 86.75% y según el rango determinado por la ASTM C33 debe ser mayor que el 90%. No obstante esta variación es insignificante y se puede proseguir con el diseño ya que la variación solo es de un 3.25%.

Una vez obtenido estos valores se puede proceder a obtener el módulo de finura del agregado grueso. Esto se calcula realizando la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas, dividiendo la suma total entre 100. Tal como se muestra en la siguiente fórmula.

$$mf = \frac{\sum \%ret, acum. (1\ 1/2''+3/4''+3/8''+N^{\circ}4+N^{\circ}8+N^{\circ}16+N^{\circ}30+N^{\circ}50)}{100}$$

.....Fórmula N°22

$$mf = \frac{(0 + 53.58 + 93.97 + 99.61 + 99.75 + 99.77 + (100 \times 3))}{100}$$

$$mf = 7.46$$

Cálculo del contenido de humedad del agregado grueso

Para realizar el cálculo del porcentaje de contenido de humedad del agregado grueso se obtuvieron los siguientes datos en laboratorio, para posteriormente aplicarlo según la **Fórmula 1**.

Tabla 19. Valores obtenidos para el cálculo de contenido de humedad.

Descripción	Cantidad
Wh: peso húmedo + tara	9444
Ws: peso seco + tara	9421

Fuente: Elaboración propia.

$$H(\%) = \frac{(Wh - Ws)}{Ws} \times 100$$

.....Fórmula N°1

$$H(\%) = \frac{(9444 - 9421)}{9421} \times 100$$

$$H(\%) = 0.2$$

Cálculo del peso específico del agregado grueso

Para el cálculo del peso específico se procede a realizar el método de cuarteo del agregado grueso con la finalidad de obtener una muestra representativa de 500g como se aprecia en la **Figura 17**, la que representara la muestra seca superficialmente saturada. Asimismo en la **Tabla 21**, se presentan los valores obtenidos en laboratorio para el cálculo del peso específico.

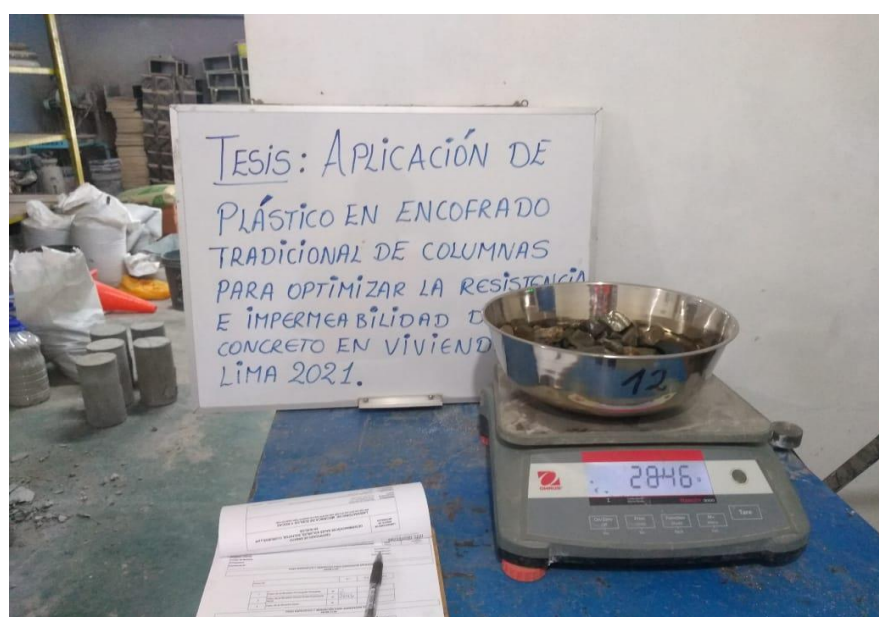
Asimismo, para la realización del ensayo es necesario tomar en cuenta la muestra mínima de muestreo para realizar en ensayo de peso específico en el agregado grueso, tal como lo muestra la **Tabla 20**.

Tabla 20. Pesos mínimos para ensayo de peso específico de agregado grueso.

Tamaño máximo nominal (pulg)	Masa mínima de muestreo (kg)
1/2" o menos	2
3/4"	3
1"	4
1 1/2"	5
2"	8
2 1/2"	12
3"	18
3 1/2"	25
4"	42
5"	75

Fuente: ASTM C127.

Figura 17. Obteniendo muestra representativa para peso específico.



Fuente: Propia.

Tabla 21. Datos preliminares para la obtención del peso específico.

Ítem	Descripción	Unid	Cantidad
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr	1769.50
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr	2845.50
3	Peso de la Muestra Seca	gr	2826.50

Fuente: Elaboración propia.

Una vez aplicadas las **Fórmulas 8, 9, 10, 11** se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la **Tabla 22**.

Tabla 22. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.

Descripción	Resultado	Unidad
P.E. Masa	2.627	(g/cm ³)
P.E. Msss	2.644	(g/cm ³)
P.E. Aparente	2.674	(g/cm ³)
% de absorción	0.672	(%)

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del peso unitario suelto y seco

Para realizar el cálculo del peso unitario suelto y seco, se procederá de la misma forma que en el ensayo para el agregado fino, primero se procede a realizar el pesado del molde cilíndrico donde se procederá a realizar el llenado del agregado grueso, este debe ser previamente cuarteado para considerar una muestra representativa.

Asimismo, esta muestra representativa se utilizará tanto para el Pus y PUc, teniendo en cuenta que para el primero no se tomará en cuenta las 25 chuseadas en cada tercera parte vertida en el molde cilíndrico, mientras tanto en el

procedimiento para hallar el PUC si es de suma importancia realizar el chuseado con una varilla lisa por 25 golpes en cada una de las tres capas vertidas en el molde, tal como se muestra en la **Fig.18 y 19**. Finalmente para hallar los datos del **Pus** y **PUC**, es necesario aplicar las **Fórmulas 6 y 7**.

Figura 18. Proceso de obtención del PUs.



Fuente: Propia.

Figura 19. Proceso de obtención del PUC.



Fuente: Propia.

A continuación se muestran en la **Tabla 23**, los datos preliminares para el cálculo del PUs y PUc.

Tabla 23. Datos para determinar el PUs y PUc.

Ensayo	Peso de muestra + recipiente (kg)	Peso de recipiente (kg)	Peso de muestra (kg)	Volumen del recipiente (cm³)
PU_s	18.41	5.10	13.31	0.00953
PU_c	19.64	5.10	14.54	0.00953

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando fórmulas:

$$PU_s = \frac{W_s}{V_r}$$

.....Fórmula N°6

$$PU_s = \frac{13.31}{0.00953}$$

$$PU_s = 1397 \text{ kg/cm}^3$$

$$PU_c = \frac{W_c}{V_r}$$

.....Fórmula N°7

$$PU_c = \frac{14.54}{0.00953}$$

$$PU_c = 1526 \text{ kg/cm}^3$$

Resumen de datos obtenidos en los ensayos de agregados

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos para la clasificación de los agregados, se presenta la siguiente **Tabla 24**, con la finalidad de tener los resultados en forma ordenada para proceder a realizar el cálculo del diseño de mezcla para un concreto de 210 kg/cm² requerido para la investigación.

Tabla 24. Datos obtenidos en los ensayos de agregados.

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MÓDULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	PESO UNITARIO S. Kg/m ³	PESO UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	3.10	1.6	1.8	1351.0	1576.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA UNICON	2.64	7.46	0.2	0.7	1397.0	1526.0

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLA ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

Para realizar el cálculo del diseño de mezcla es necesario tomar en consideración los valores hallados en el estudio de agregados, ya que estos formaran parte fundamental para el proceso de cálculo del diseño requerido. Asimismo, para realizar un proceso correcto de cálculo es necesario tomar como referencia el procedimiento mencionado anteriormente para el diseño de mezcla.

1. Determinar la resistencia promedio para el diseño:

Según la **Tabla 05**, de resistencia promedio para el diseño. Se tomó como resistencia promedio " $f'cr$ " el valor que se encuentra de 210 a 350 kg/cm^2 , ya que el diseño requerido es de 210 kg/cm^2 . Por lo tanto se procedió a realizar el cálculo del $f'cr$, como lo muestra la **Tabla 25**.

Tabla 25. Resistencia promedio elegida para el diseño de mezcla.

$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	$f'cr \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
De 210 a 350	$f'c + 84$

Fuente: Elaboración propia.

$$f'_{cr} = f'_c + 84$$

.....Fórmula N°23

$$f'_{cr} = 210 + 84$$

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2. Determinar el asentamiento o revenimiento

Según el requerimiento y uso que se le dará al concreto para requerido, se determinó que este debe tener una consistencia plástica, ya que su aplicación será en elementos estructurales (columnas). Por ende, el asentamiento elegido de la **Tabla 06** es de 3" a 4" para una consistencia plástica.

Tabla 26. Asentamiento requerido para el concreto.

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (pulg)
Plástica	3" a 4"

Fuente: Elaboración propia.

3. Determinación del tamaño máximo nominal (TMN)

Según el análisis granulométrico se determinó que el menor tamiz por el cual pasa toda la muestra representativa del agregado grueso es el tamiz de 1". Por lo tanto este valor será el utilizado para los siguientes cálculos como TMN tal como lo muestra la **Tabla 27**.

Tabla 27. Tamaño máximo nominal del agregado.

Tamaño máximo nominal (TMN)	Unidad
1	pulg

Fuente: Elaboración propia.

4. Cálculo de la relación agua – cemento (R a/c)

Para el cálculo de la relación agua – cemento se obtienen los datos según la **Tabla 07**, de donde se extraen los valores que se muestran en la **Tabla 28**, tomando en consideración la resistencia promedio f'_{cr} y que el concreto elaborado será sin incorporación de aire. Finalmente se procede a realizar una interpolación para obtener la relación agua – cemento requerida para la resistencia promedio.

Tabla 28. Relación agua – cemento para f'_{cr} sin aire incorporado.

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'_{cr}) (kg/cm ²)	Relación agua – cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53

Fuente: Elaboración propia.

- Interpolación:

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{cc}
 \underline{f'_{cr}} & \underline{Ra/c} \\
 \left[\begin{array}{c} 300 \\ 294 \\ 250 \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} 0.55 \\ X \\ 0.62 \end{array} \right]
 \end{array} \\
 (300 - 250) \longrightarrow (0.55 - 0.62) \\
 (294 - 250) \longrightarrow (X - 0.62) \\
 50 \longrightarrow -0.07 \\
 44 \longrightarrow (X - 0.62) \\
 X - 0.62 = 44(-0.07) / 50 \\
 X = -0.0616 + 0.62 \\
 X = 0.5584 \\
 \mathbf{X = 0.56 = R a/c}
 \end{array}$$

5. Determinación del agua de mezclado y el contenido de aire

Este valor de volumen de agua para 1m³ de concreto se determina teniendo en cuenta tanto el asentamiento requerido y propuesto por el diseñador así como el TMN del agregado, en la **Tabla 08**, se observan las columnas del **Asentamiento** y **TMN**, donde se intersecten estos dos valores, ese será el valor de volumen de agua para aplicar en el diseño de mezcla. Tal como se observa en la siguiente **Tabla 29**. Cabe mencionar que el concreto elaborado para la presente investigación será sin aire incorporado.

Tabla 29. Cantidad de agua para el diseño propuesto para 1m³.

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para los TMN de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla se obtiene que el volumen a utilizarse para el diseño de mezcla será de **193 lt/m³** para 1m³ de concreto.

6. Cálculo de la cantidad de cemento

Para el cálculo de la cantidad de cemento se usan los valores previamente hallados, uno de ellos es la R a/c y la cantidad de agua de mezclado.

$$R a/c = \frac{A}{C}$$

.....Fórmula N°12

$$0.56 = \frac{193}{C}$$

$$C = \frac{193}{0.56}$$

$$C = 344.64 \text{ kg/m}^3$$

7. Cálculo del aire atrapado

Para determinar el aire atrapado es necesario observar la **Tabla 09**, que según el Comité ACI 211 nos brinda los valores predeterminados en relación con el TMN del agregado. En este sentido para la presente investigación se tiene un aire atrapado de 1.5% tal como lo muestra la siguiente **Tabla 30**.

Tabla 30. Contenido de aire atrapado para el diseño.

Tamaño máximo nominal (Pulg)	Aire atrapado (%)
1"	1.5 %

Fuente: Elaboración propia.

8. Cálculo del contenido de agregado grueso

Para realizar el cálculo de la cantidad de agregado grueso se tiene que tomar en consideración la **Tabla 10**, que nos brinda valores predeterminados por el Comité ACI 211, respecto al TMN del agregado y al Módulo de fineza del agregado fino. Estos valores son los que se muestran en la siguiente **Tabla 31**.

Tabla 31. Cantidad de agregado grueso para la mezcla.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	Módulo de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
1"	0.71	0.69	0.67	0.65

Fuente: Elaboración propia.

Como el módulo de fineza del material utilizado no se encuentra con un valor exacto en la tabla es necesario realizar la operación matemática de extrapolación, tal como se muestra seguidamente y tomando los valores sombreados en la **Tabla 31**.

- Extrapolación:

<u>F'cr</u>	<u>Ra/c</u>	
2.8	0.67	(2.8 - 3.1) → (0.67 - X)
3.0	0.65	(3.0 - 3.1) → (0.65 - X)
3.1	X	

$$-03 (0.65 - X) = -0.1(0.67 - X)$$

$$-0.195 + 0.3X = -0.067 + 0.1X$$

$$0.3X - 0.1x = -0.067 + 0.195$$

$$0.2 X = 0.128$$

Volumen agregado grueso → **X = 0.64 m³**

- Hallando peso unitario compactado seco:

$$PUcs = Vol. A. G \times PUc$$

.....Fórmula N°13

$$PUcs = 0.64 \text{ m}^3 \times 1526 \text{ kg/m}^3$$

$$PUcs = 976.64 \text{ kg}$$

9. Cálculo del contenido de agregado fino

Para calcular el contenido del agregado fino es necesario primero calcular los volúmenes absolutos de los otros agregados con la **Fórmula N°14**, para luego realizar el cálculo del contenido de agregado fino como se muestra en el siguiente desarrollo.

$$VA = \frac{\text{Peso seco}}{P. E \times 1000}$$

.....Fórmula N°14

- Hallando los volúmenes absolutos del cemento, agregado grueso, agua y aire.

$$V_{\text{Cemento}} = \frac{344.64}{3.12 \times 1000} \quad V_{\text{Ac}} = 0.1105 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Agregado grueso}} = \frac{976.64}{2.64 \times 1000} \quad V_{\text{Ac}} = 0.3699 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Agua}} = \frac{193}{1000} \quad V_{\text{Ac}} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Aire}} = 1.5\% = \frac{1.5}{1000} \quad V_{\text{Ac}} = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0.6884 \text{ m}^3$$

- Una vez obtenido los volúmenes absolutos de los otros agregados, se procede a calcular el peso seco del agregado fino.

$$V_{\text{Agregado fino}} = 1 \text{ m}^3 - 0.6884 \text{ m}^3 = 0.3116 \text{ m}^3$$

$$0.3116 = \frac{\text{Peso seco}}{2.63 \times 1000}$$

$$\text{Peso seco} = 0.3116(2630)$$

$$\text{Peso seco} = 819.51 \text{ kg}$$

❖ **Resumen de pesos secos de los materiales:**

Tabla 32. Pesos secos de los materiales para el diseño.

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	344.64	kg
Agregado fino	819.51	kg
Agregado grueso	976.64	kg
Agua	193	lt

Fuente: Elaboración propia.

10. Corrección por humedad del agregado fino y grueso

Para realizar la corrección por humedad del agregado fino y grueso es necesario considerar los valores obtenidos del porcentaje de humedad que se encuentran en la **Tabla 24**. Asimismo, se aplicará la **Fórmula N°15** como se muestra a continuación.

- Corrección por humedad agregado fino:

$$CH = \text{Peso seco} \left(\frac{\% \text{humedad}}{100} + 1 \right)$$

.....Fórmula N°15

$$CH_{\text{agregado fino}} = 819.51 \left(\frac{1.6}{100} + 1 \right)$$

$$CH_{\text{agregado fino}} = \mathbf{832.62 \text{ kg}}$$

- Corrección por humedad agregado grueso:

$$CH_{\text{agregado grueso}} = 976.64 \left(\frac{0.2}{100} + 1 \right)$$

$$CH_{\text{agregado grueso}} = \mathbf{978.59 \text{ kg}}$$

11. Corrección por absorción del agregado fino y grueso

Para este procedimiento es necesario considerar tanto el % de absorción, como el % de humedad que se encuentran en la **Tabla 24**. Asimismo, se tiene que aplicar la **Fórmula N°16** para calcular la corrección por absorción del agregado fino y grueso.

- Corrección por absorción del agregado fino:

$$CA = \text{Peso seco} \left(\frac{\% \text{ absorción} - \% \text{ humedad}}{100} \right) \quad \text{.....Fórmula N°16}$$

$$CA_{\text{agregado fino}} = 819.51 \left(\frac{1.8 - 1.6}{100} \right)$$

$$CA_{\text{agregado fino}} = 1.74$$

- Corrección por absorción del agregado grueso:

$$CA_{\text{agregado grueso}} = 976.64 \left(\frac{0.7 - 0.2}{100} \right)$$

$$CA_{\text{agregado grueso}} = 4.88$$

- Sumatoria de corrección por absorción del agregado fino y grueso:

$$\sum = CA_{af} + CA_{ag}$$

$$\sum = 1.74 + 4.88$$

$$\sum = 6.62$$

La suma de las dos correcciones por absorción dan como resultado el agua libre (AL), que en este caso es de **AL = 6.62**.

12. Cálculo del agua efectiva

Este cálculo se realiza con la finalidad de reajustar la cantidad de cemento a utilizar para el diseño, puesto que existe una variación en la cantidad del agua por la corrección por absorción del agregado fino y grueso. Por lo tanto se procederá a realizar el cálculo del agua efectiva de diseño, aplicando la **Fórmula N°17**, como se muestra a continuación.

$$AE = AD + AL$$

.....Fórmula N°17

$$AE = 193 + 6.62$$

$$AE = 199.62 \text{ lt}/m^3$$

13. Diseño teórico humedo

Este cálculo se realiza con la finalidad de obtener el nuevo volumen de cemento a utilizarse para el diseño de mezcla por una unidad cúbica de concreto. Para realizar este calculo hay que tener en consideración la relación agua – cemento, así como el agua efectiva calculado anteriormente. Por consiguiente es necesario realizar la aplicación de la **Fórmula N°12**, como se muestra a continuación.

$$R a/c = \frac{A}{C}$$

.....Fórmula N°12

$$0.56 = \frac{199.62}{C}$$

$$C = 356.46 \text{ kg}/m^3$$

14. Proporciones en peso de los agregados

Para realizar este cálculo es necesario considerar los pesos de los agregados corregidos respecto al peso del cemento por unidad cúbica de concreto. Para realizar este proceso es recomendable usar la **Tabla 33**.

Tabla 33. Proporciones en peso de los agregados.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
$\frac{356.46}{356.46}$	$\frac{832.62}{356.46}$	$\frac{978.59}{356.46}$	$\frac{199.62}{356.46}$
1	2.33	2.75	R a/c = 0.56

Fuente: Elaboración propia

15. Proporciones en volumen

Para realizar este calculo de proporciones se toma en consideración el volumen de una bolsa de cemento que equivale a 1pie^3 , para hallar estas proporciones es necesario aplicar la **Fórmula N°18**, como se muestra a continuación.

$$PV = \frac{Pp \times Pbc \times 35.31}{PUs}$$

.....Fórmula N°18

- Para el cemento:

$$PV_{\text{cemento}} = 1\text{pie}^3$$

- Para el agregado fino:

$$PV_{\text{agregado fino}} = \frac{2.33 \times 42.5 \times 35.31}{1351}$$

$$PV_{\text{agregado fino}} = 2.60\text{pie}^3$$

- Para el agregado grueso:

$$PV_{\text{agregado grueso}} = \frac{2.75 \times 42.5 \times 35.31}{1397}$$

$$PV_{\text{agregado grueso}} = 2.95\text{pie}^3$$

- Para el agua:

$$PV_{\text{agua}} = 0.56 \times 42.5$$

$$PV_{\text{agua}} = 23.8 \text{ pie}^3$$

Tabla 34. Resumen de proporciones en volumen de los agregados.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1 pie³	2.60 pie³	2.95 pie³	23.8 pie³

Fuente: Elaboración propia.

16. Cálculo en peso para prueba de slump

Para realizar la prueba de SLUMP con la finalidad de verificar que cumpla con el asentamiento requerido para el diseño de concreto de 3" a 4", se consideró un porcentaje de 1.4% de los agregados respecto a las proporciones en peso para una unida cúbica de concreto como se muestra en la **Tabla 33**. Este cálculo se realizo de la siguiente manera.

- Para el cemento:
 $\text{Cemento} = 356.46 \times 0.014$
Cemento = 4.99 kg
- Para el agregado fino:
 $\text{Agregado fino} = 832.62 \times 0.014$
Agregado fino = 11.66 kg
- Para el agregado grueso:

Agregado grueso = 978.59×0.014

Agregado grueso = 13.70 kg

- Para el agua:

Agua = 199.62×0.014

Agua = 2.79 lts

Tabla 35. Resumen de proporciones en peso para ensayo de SLUMP.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
4.99 kg	11.66 kg	13.70 kg	2.79 lts

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Comprobación del asentamiento 3" a 4" (NO CUMPLE).



Fuente: Propia.

Para llegar a cumplir con el asentamiento se procedió a agregarle agua a la mezcla con la finalidad de alcanzar el asentamiento requerido, en total el agua agregada fue de **0.686 lt.** Esto nos permitió lograr el asentamiento de **3" a 4"** requerido.

Figura 21. Comprobación del asentamiento 3" a 4" (SI CUMPLE).



Fuente: Propia.

En este sentido cabe resaltar que se tendrá que volver a recalcular las nuevas proporciones en peso de los agregados, considerando el agua agregada, manteniendo la relación agua/cemento constante, con la finalidad de no reducir la resistencia requerida de 210 kg/cm^2 .

Recálculo de diseño de mezcla

En este proceso de recálculo lo primero que se tiene que considerar como dato inicial es la nueva cantidad de volumen de agua calculada con el agua agregada para el cumplimiento del asentamiento. Esto se calcula de la siguiente manera:

1. Determinación del nuevo agua de mezclado y el contenido de aire

$$AM = AE + \frac{Aa}{\frac{p}{100}} - AA$$

.....Fórmula N°24

Dónde:

AM	Agua de mezclado (lt/m ³)
AE	Agua efectiva (lt/m ³)
Aa	Agua agregada (lt/m ³)
P	Porcentaje para proporciones de slump (%)
AA	Agua que aportan los agregados fino y grueso (lt/m ³)

$$AM = 199.62 + \frac{0.686}{\frac{1.4}{100}} - 5.8$$

$$AM = 242.82 \text{ lt/m}^3$$

Del siguiente cálculo se obtiene que volumen a utilizarse para el nuevo diseño de mezcla será de **242.82 lt/m³** para 1m³ de concreto.

2. Cálculo de la cantidad de cemento

Para el cálculo de la cantidad de cemento se usa los valores previamente hallados, uno de ellos es la R a/c y la cantidad de agua de mezclado.

$$R a/c = \frac{A}{C}$$

.....Fórmula N°12

$$0.56 = \frac{242.82}{C}$$

$$C = \frac{242.82}{0.56}$$

$$C = 433.61 \text{ kg/m}^3$$

3. Cálculo del contenido de agregado fino

Para calcular el contenido del agregado fino es necesario primero calcular los volúmenes absolutos de los otros agregados con la **Fórmula N°14**, para luego realizar el cálculo del contenido de agregado fino como se muestra en el siguiente desarrollo.

$$V_A = \frac{\text{Peso seco}}{P. E \times 1000}$$

.....Fórmula N°14

- Hallando los volúmenes absolutos del cemento, agregado grueso, agua y aire.

$$V_{\text{Cemento}} = \frac{433.61}{3.12 \times 1000} \qquad V_{Ac} = 0.1390 m^3$$

$$V_{\text{Agregado grueso}} = \frac{976.64}{2.64 \times 1000} \qquad V_{Ac} = 0.3699 m^3$$

$$V_{\text{Agua}} = \frac{242.82}{1000} \qquad V_{Ac} = 0.243 m^3$$

$$V_{\text{Aire}} = 1.5\% = \frac{1.5}{1000} \qquad V_{Ac} = 0.015 m^3$$

$$\Sigma = 0.7669 m^3$$

- Una vez obtenido los volúmenes absolutos de los otros agregados, se procede a calcular el peso seco del agregado fino.

$$V_{\text{Agregado fino}} = 1 m^3 - 0.7669 m^3 = 0.2331 m^3$$

$$0.2331 = \frac{\text{Peso seco}}{2.63 \times 1000}$$

$$\text{Peso seco} = 0.2331(2630)$$

$$\text{Peso seco} = 613.05 \text{ kg}$$

❖ **Resumen de pesos secos de los materiales:**

Tabla 36. Pesos secos de los materiales para el nuevo diseño.

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	433.61	kg
Agregado fino	613.05	kg
Agregado grueso	976.64	kg
Agua	242.82	lt

Fuente: Elaboración propia.

4. Corrección por humedad del agregado fino y grueso

Para realizar la corrección por humedad del agregado fino y grueso es necesario considerar los valores obtenidos del porcentaje de humedad que se encuentran en la **Tabla 25**. Asimismo, se aplicará la **Fórmula N°15** como se muestra a continuación.

- Corrección por humedad agregado fino:

$$CH = \text{Peso seco} \left(\frac{\% \text{humedad}}{100} + 1 \right)$$

.....Fórmula N°15

$$CH_{\text{agregado fino}} = 613.05 \left(\frac{1.6}{100} + 1 \right)$$

$$CH_{\text{agregado fino}} = 622.86 \text{ kg}$$

- Corrección por humedad agregado grueso:

$$CH_{\text{agregado grueso}} = 976.64 \left(\frac{0.2}{100} + 1 \right)$$

$$CH_{\text{agregado grueso}} = 978.59 \text{ kg}$$

5. Corrección por absorción del agregado fino y grueso

Para este procedimiento es necesario considerar tanto el % de absorción, como el % de humedad que se encuentran en la **Tabla 25**. Asimismo, se tiene que aplicar la **Fórmula N°16** para calcular la corrección por absorción del agregado fino y grueso.

- Corrección por absorción del agregado fino:

$$CA = \text{Peso seco} \left(\frac{\% \text{ absorción} - \% \text{ humedad}}{100} \right) \quad \text{.....Fórmula N°16}$$

$$CA_{\text{agregado fino}} = 613.05 \left(\frac{1.8 - 1.6}{100} \right)$$

$$CA_{\text{agregado fino}} = 1.23$$

- Corrección por absorción del agregado grueso:

$$CA_{\text{agregado grueso}} = 976.64 \left(\frac{0.7 - 0.2}{100} \right)$$

$$CA_{\text{agregado grueso}} = 4.88$$

- Sumatoria de corrección por absorción del agregado fino y grueso:

$$\sum = CA_{af} + CA_{ag}$$

$$\sum = 1.23 + 4.88$$

$$\sum = 6.11$$

La suma de las dos correcciones por absorción dan como resultado el agua libre (AL), que en este caso es de **AL = 6.11**.

6. Cálculo del agua efectiva

Este cálculo se realiza con la finalidad de reajustar la cantidad de cemento a utilizar para el diseño, puesto que existe una variación en la cantidad del agua por la corrección por absorción del agregado fino y grueso. Por lo tanto se procederá a realizar el cálculo del agua efectiva de diseño, aplicando la **Fórmula N°17**, como se muestra a continuación.

$$AE = AD + AL$$

.....Fórmula N°17

$$AE = 242.82 + 6.11$$

$$AE = 248.93 \text{ lt}/m^3$$

7. Diseño teórico húmedo

Este cálculo se realiza con la finalidad de obtener el nuevo volumen de cemento a utilizarse para el diseño de mezcla por una unidad cúbica de concreto. Para realizar este calculo hay que tener en consideración la relación agua/cemento, así como el agua efectiva calculado anteriormente. Por consiguiente es necesario realizar la aplicación de la **Fórmula N°12**, como se muestra a continuación.

$$R_{a/c} = \frac{A}{C}$$

.....Fórmula N°12

$$0.56 = \frac{248.93}{C}$$

$$C = 444.52 \text{ kg}/m^3$$

8. Proporciones en peso de los agregados

Para realizar este cálculo es necesario considerar los pesos de los agregados corregidos respecto al peso del cemento por unidad cúbica de concreto. Para realizar este proceso es recomendable usar la **Tabla 33**.

Tabla 37. Proporciones nuevas en peso de los agregados.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
$\frac{444.52}{444.52}$	$\frac{622.86}{444.52}$	$\frac{978.59}{444.52}$	$\frac{248.93}{444.52}$
1	1.40	2.20	R a/c = 0.56

Fuente: Elaboración propia

9. Proporciones en volumen

Para realizar este cálculo de proporciones se toma en consideración el volumen de una bolsa de cemento que equivale a 1pie^3 , para hallar estas proporciones es necesario aplicar la **Fórmula N°18**, como se muestra a continuación.

$$PV = \frac{Pp \times Pbc \times 35.31}{PUs}$$

.....Fórmula N°18

- Para el cemento:

$$PV_{\text{cemento}} = 1\text{pie}^3$$

- Para el agregado fino:

$$PV_{\text{agregado fino}} = \frac{1.40 \times 42.5 \times 35.31}{1351}$$

$$PV_{\text{agregado fino}} = 1.56 \text{ pie}^3$$

- Para el agregado grueso:

$$PV_{\text{agregado grueso}} = \frac{2.20 \times 42.5 \times 35.31}{1397}$$

$$PV_{\text{agregado grueso}} = 2.36 \text{ pie}^3$$

- Para el agua:

$$PV_{\text{agua}} = 0.56 \times 42.5$$

$$PV_{\text{agua}} = 23.8 \text{ pie}^3$$

Tabla 38. Resumen de proporciones nuevas en volumen de los agregados.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1 pie^3	1.56 pie^3	2.36 pie^3	23.8 pie^3

Fuente: Elaboración propia.

10. Cálculo en peso para prueba de slump

Para realizar la prueba de SLUMP y el vaciado de las 9 probetas con la finalidad de verificar que cumpla con el asentamiento requerido para el diseño de concreto de 3" a 4" y posteriormente ensayar las probetas a compresión, se

consideró un porcentaje de 1.8% de los agregados respecto a las proporciones en peso para una unidad cúbica de concreto como se muestra en la **Tabla 37**. Este cálculo se realizó de la siguiente manera.

- Para el cemento:
 $\text{Cemento} = 444.52 \times 0.018$
Cemento = 8.0 kg
- Para el agregado fino:
 $\text{Agregado fino} = 622.86 \times 0.018$
Agregado fino = 11.21 kg
- Para el agregado grueso:
 $\text{Agregado grueso} = 978.59 \times 0.018$
Agregado grueso = 17.61 kg
- Para el agua:
 $\text{Agua} = 248.93 \times 0.018$
Agua = 4.48 lts

Tabla 39. Resumen de proporciones nuevas en peso para ensayo de SLUMP y probetas.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
8 kg	11.21 kg	17.61 kg	4.48 lts

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Comprobación del asentamiento 3" a 4" con las nuevas proporciones de agregados (SI CUMPLE).



Fuente: Propia.

Una vez realizada nuevamente la comprobación del cumplimiento del asentamiento de 3" a 4" para una consistencia plástica, se tiene que proceder a realizar el vaciado de las 9 probetas, como se puede observar en la **Fig.23**, para posteriormente de sus curados respectivos de 7 días, 14 días y 28 días, sean ensayadas a compresión para corroborar el cumplimiento de la resistencia requerida de 210 kg/cm².

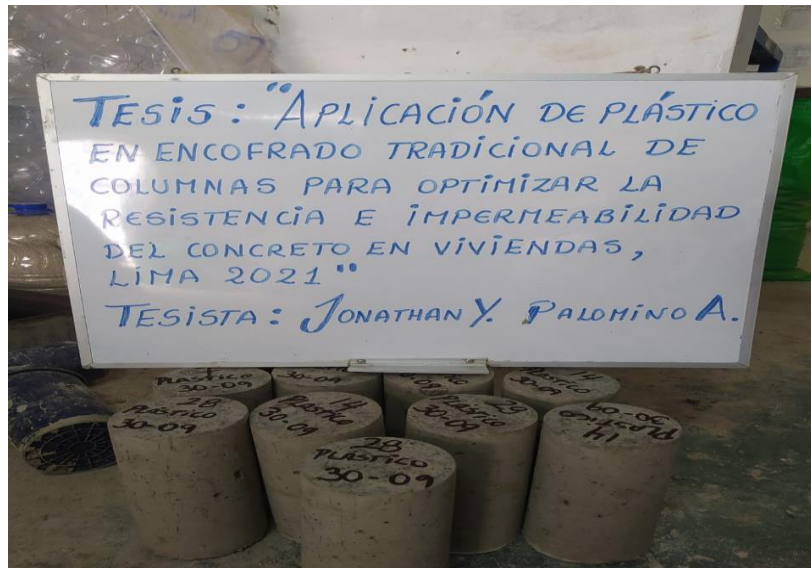
Figura 23. Vaciado de 9 probetas en moldes de 4" x 8".



Fuente: Propia.

Desenfofrado de las 9 probetas cilíndricas de sus moldes, para posteriormente ser curadas. LA NORMA E 060 menciona que, se considera un ensayo de resistencia, al promedio de tres probetas cilíndricas de sección transversal con un diámetro de 4" y una altura de 8" (100 mm x 200 mm). Probetas que fueron moldeadas con la mezcla de diseño y ensayadas a compresión a los 28 días de curado o a la edad de curado establecidas para determinar su $f'c$.

Figura 24. Desenfofrado de las 9 probetas



Fuente: Propia.

Fig. 25. Curado de las 9 probetas (7, 14 y 28 días de curado).



Fuente: Propia.

Ensayos a compresión de probetas curadas a los 7, 14 y 28 días

Figura 26. Ensayo compresión 3 probetas (7 días de curado).



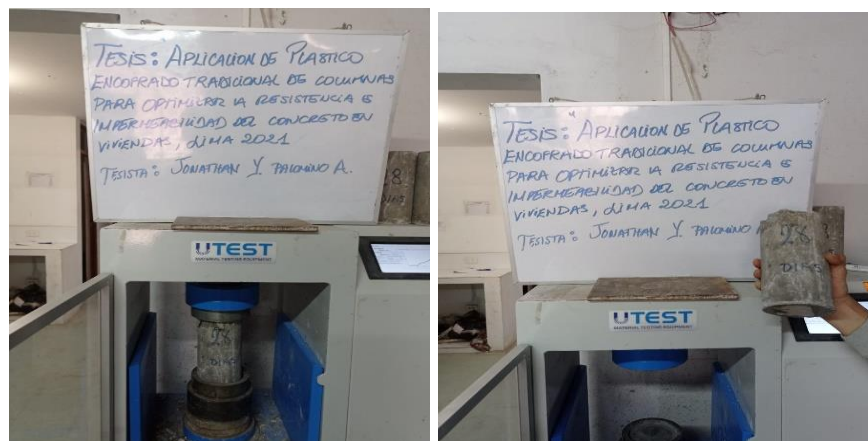
Fuente: Propia.

Figura 27. Ensayo compresión 3 probetas (14 días de curado).



Fuente: Propia.

Figura 28. Ensayo compresión 3 probetas (28 días de curado).



Fuente: Propia.

RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN PARA DISEÑO DE MEZCLA 210 kg/cm².

En la **Tabla 40**, se puede observar los resultados de las resistencias obtenidas en las probetas cilíndricas ensayadas en un determinado período de tiempo (7, 14 y 28 días respectivamente) y considerando las tres probetas mínimas según lo sugiere la Norma E 060, para determinar la resistencia requerida del concreto (f'c).

Tabla 40. Resultados de los ensayos de compresión a las probetas del diseño de mezcla.

PROBETAS ENSAYADAS A COMPRESIÓN (DISEÑO DE MEZCLA)		
CÓDIGO	RESISTENCIA (f'c)	UNIDAD
P7-1	175.1	kg/cm ²
P7-2	193.5	kg/cm ²
P7-3	209.2	kg/cm ²
P14-1	258.8	kg/cm ²
P14-2	228.6	kg/cm ²
P14-3	183.1	kg/cm ²
P28-1	254.9	kg/cm ²
P28-2	246.8	kg/cm ²
P28-3	259.5	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 41**, se puede observar los resultados promedio de las resistencias obtenidas en las probetas cilíndricas ensayadas en un determinado período de tiempo (7, 14 y 28 días respectivamente).

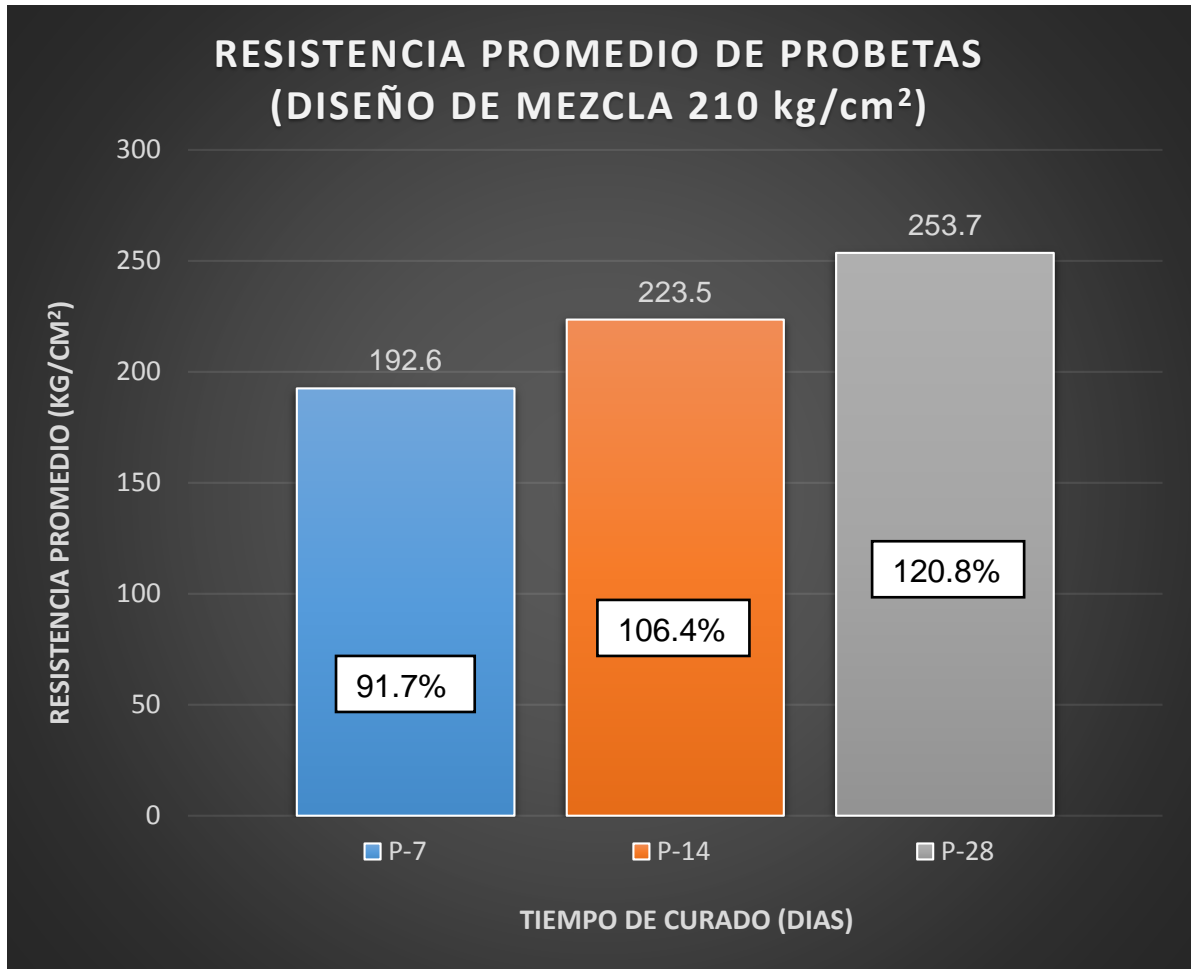
Tabla 41. Resultados promedio de resistencia a compresión.

RESULTADOS PROMEDIO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
CÓDIGO	RESISTENCIA (f'c)	UNIDAD
P-7	192.6	kg/cm ²
P-14	223.5	kg/cm ²
P-28	253.7	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS DE RESISTENCIA PROMEDIADA PARA DISEÑO DE MEZCLA 210 kg/cm².

Gráfico 03. Resultados de los ensayos de compresión a las probetas del diseño de mezcla 210 kg/cm².



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según la Norma E 060. Menciona que, un concreto será considerado satisfactorio siempre en cuando su resistencia obtenida sea no menor de 35.7 kg/cm² de su resistencia requerida ($f'c$), a los 28 días de edad.

Por lo tanto, según el **Gráfico 03**, se puede observar que la resistencia promedio de las probetas ensayadas a los 28 días superan la resistencia requerida en 43.7 kg/cm². Cumpliendo con lo establecido por la norma y siendo considerado un concreto satisfactorio para su uso.

Cálculo de las proporciones para el vaciado de las columnas experimentales

Procedimiento de cálculo:

1. Determinar el volumen de una columna experimental **Fig. 09**, para hallar el volumen total de la población que comprenden 6 columnas experimentales.

$$Vol. total = (Ab \times h) \times N$$

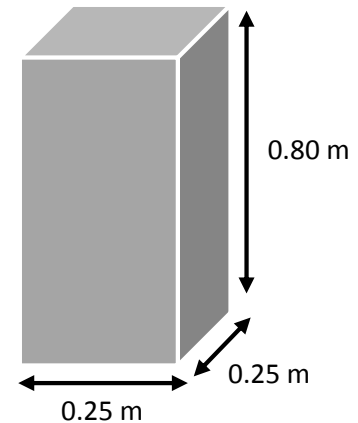
.....Fórmula N°25

Dónde:

Ab	Área de la base columna (m ²).
h	Altura de la columna (m).
N	Número de columnas.

$$Vol. total = (0.25 \times 0.25 \times 0.80) \times 6$$

$$Vol. total = 0.3m^3$$



2. Cálculo en porcentaje del volumen total de las columnas, considerando 1m³ como el 100%.

$$1m^3 \longrightarrow 100\%$$

$$0.3m^3 \longrightarrow X$$

$$X = 0.3 \times 100\%$$

$$X = 30\%$$

3. Cálculo de proporciones en peso de los agregados para un volumen de 0.3 m³ concreto 210 kg/cm². Tomar en consideración la **Tabla 37** y considerar un 2% de desperdicio al 30% de cada agregado.

- $\text{Cemento} = 444.52 \times \left(\frac{32}{100}\right)$

Cemento = 142.2 kg

- $\text{Agregado fino} = 622.86 \times \left(\frac{32}{100}\right)$

Agregado fino = 199.3 kg

- $\text{Agregado grueso} = 978.59 \times \left(\frac{32}{100}\right)$

Agregado grueso = 313.1 kg

- $\text{Agua} = 248.93 \times \left(\frac{32}{100}\right)$

Agua = 79.7 lts

Tabla 42. Proporciones en peso de agregados para el vaciado de columnas.

Agregado	Cantidad	Unidad
Cemento	142.2	kg
Agregado fino	199.3	kg
Agregado grueso	313.1	kg
Agua	79.7	lts

Fuente: Elaboración propia

4. Proceder a realizar el vaciado de las 6 columnas experimentales, para posteriormente ser curadas 2 columnas por 14 días, 2 columnas por 21 días y

las últimas 2 columnas por 28 días. Para finalmente realizar la extracción de testigos diamantinos en sus determinados periodos de tiempo de curado y posteriormente ser llevados a realizarles los ensayos de compresión y permeabilidad como se explica en la **Fig.04**.

Figura 29. Vaciado de 6 columnas experimentales.



Fuente: Propia.

Figura 30. Curado de columnas (14, 21 y 28 días).



Fuente: Propia.

Extracción de testigos diamantinos

La NTP 339.059 menquina que, la extracción de testigos diamantinos deberá realizarse en elementos estructurales con un mínimo de edad de 14 días, con la finalidad de evitar problemas en la extracción de los testigos.

Figura 31. Extracción de testigos diamantinos (14, 21 y 28 días de curado).



Fuente: Propia.

Figura 32. Testigos diamantinos (14, 21 y 28 días de curado).



Fuente: Propia.

RESULTADOS DE COMPRESIÓN DE TESTIGOS DIAMANTINOS EXTRAIDOS DE COLUMNAS EXPERIMENTALES

La NTP 339.059:2017 menciona que, la extracción de núcleos de concreto en elementos estructurales deben de tener no menos de 14 días de edad, y para que el concreto se considere adecuado debe de tener por lo menos el 85% del $f'c$ y no debe haber resultados de resistencia menor del 75% del $f'c$ requerido.

Tabla 43. Resultados de los ensayos de compresión de testigos diamantinos.

TESTIGOS ENSAYADOS A COMPRESIÓN ($f'c$ requerido 210 kg/cm ²)		
CÓDIGO	RESISTENCIA ($f'c$)	UNIDAD
CT-14	172.1	kg/cm ²
CP-14	179.2	kg/cm ²
CT-21	190.9	kg/cm ²
CP-21	198.7	kg/cm ²
CT-28	239.9	kg/cm ²
CP-28	284.8	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

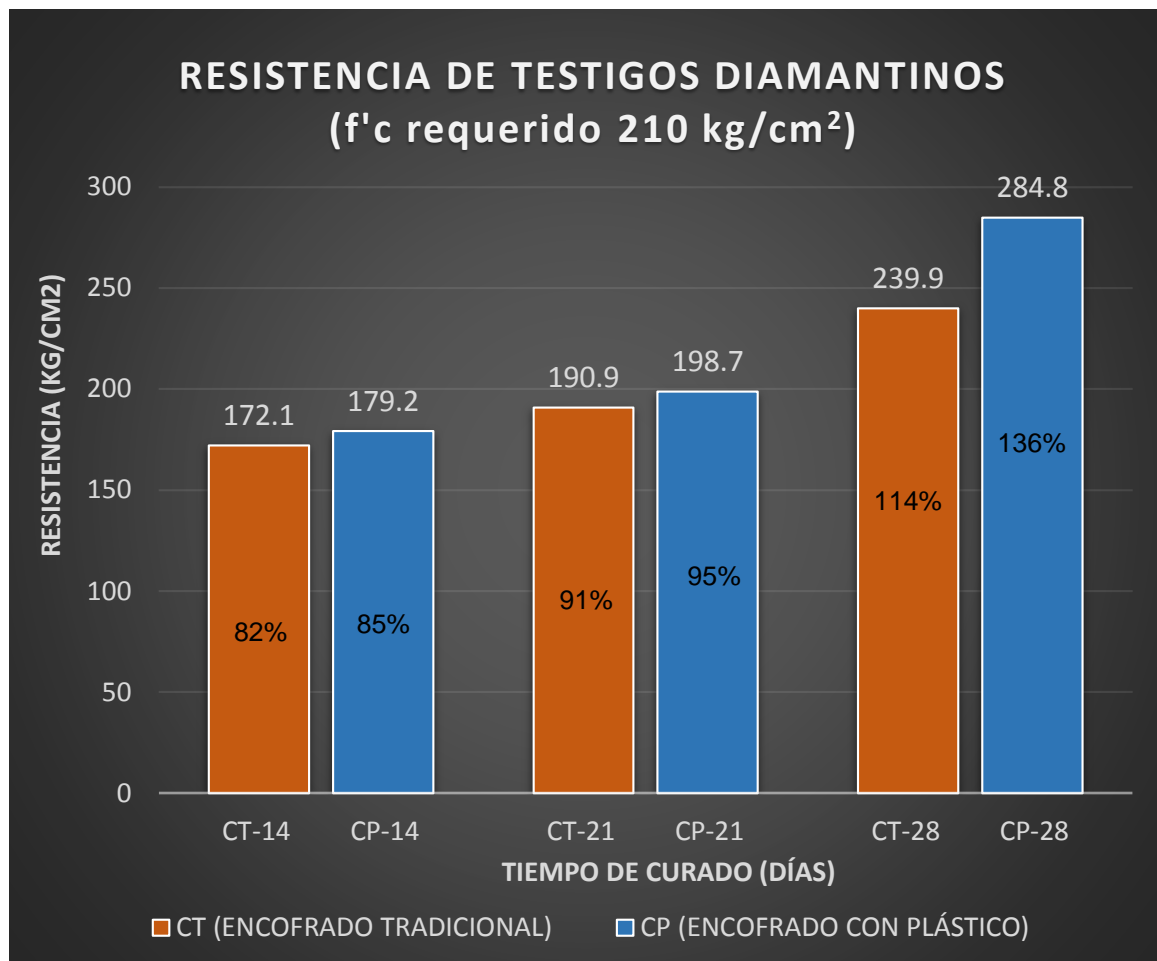
Figura 33. Ensayo de compresión de testigos diamantinos (CT / CP).



Fuente: Propia.

RESULTADO DE COMPRESIÓN DE TESTIGOS DIAMANTINOS EXTRAIDOS DE COLUMNAS EXPERIMENTALES

Gráfico 04. Resultados de los ensayos de compresión en testigos diamantinos CT y CP (14, 21 y 28 días).



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según la Norma E 060. Menciona que, para testigos diamantinos el concreto será considerado satisfactorio siempre en cuando su resistencia obtenida sea igual o mayor de 85% de la resistencia requerida (f'c).

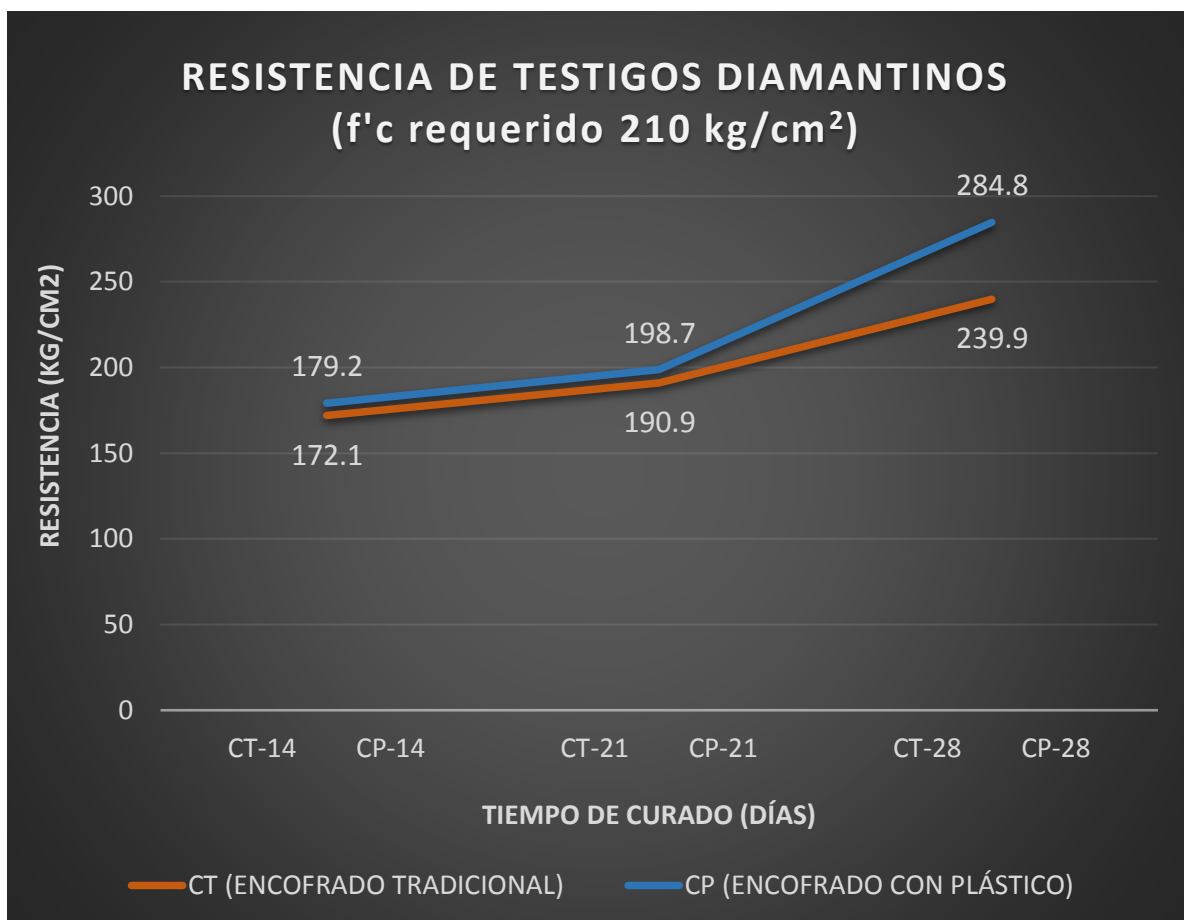
Por lo tanto, según el **Gráfico 04**, se puede concluir lo siguiente:

- El concreto encofrado con adición de plástico obtuvo **3% más de resistencia** en comparación con el encofrado tradicional (**curados por 14 días**). Asimismo, el encofrado con adición de plástico cumplió con el 85% de resistencia requerida por la Norma E 060 para ser considerado

un concreto satisfactorio, mientras que el concreto encofrado tradicionalmente no cumplió.

- El concreto encofrado con adición de plástico obtuvo **4% más de resistencia** en comparación con el encofrado tradicional (**curados por 21 días**). Asimismo, cumplió y sobrepasó el 85% de resistencia requerida por la Norma E 060 para ser considerado un concreto satisfactorio.
- El concreto encofrado con adición de plástico obtuvo **22% más de resistencia** en comparación con el encofrado tradicional (**curados por 28 días**). Asimismo, cumplió y sobrepasó el 85% de resistencia requerida por la Norma E 060 para ser considerado un concreto satisfactorio.

Gráfico 05. Resultados de los ensayos de compresión en testigos diamantinos CT y CP (14, 21 y 28 días).



Fuente: Elaboración propia.

RESULTADO DE PERMEABILIDAD DE TESTIGOS DIAMANTINOS EXTRAIDOS DE COLUMNAS EXPERIMENTALES

La NTC 4483 menciona que, para concretos convencionales de muy baja permeabilidad se aplica el método de **profundidad de penetración** con la finalidad de establecer el grado de permeabilidad del concreto, teniendo en consideración la **Tabla 02** donde se muestran los valores pre-establecidos para la clasificación del concreto, ya sea de **Baja, Media o Alta** permeabilidad.

Tabla 44. Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CP-14.

ENSAYO PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN (NTC 4483)						
CP-14	Presión aplicada	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c = 0.56					
1	50	345600	2.10	0.052	1.64E-12	1.60E-12
2	50	345600	2.00	0.050	1.45E-12	
3	50	345600	2.20	0.050	1.59E-12	
4	50	345600	2.40	0.048	1.60E-12	
5	50	345600	2.30	0.050	1.66E-12	
6	50	345600	2.20	0.051	1.66E-12	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45. Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CP-21.

ENSAYO PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN (NTC 4483)						
CP-21	Presión aplicada	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c = 0.56					
1	50	345600	2.10	0.039	9.24E-13	1.53E-12
2	50	345600	2.00	0.048	1.33E-12	
3	50	345600	2.20	0.057	2.07E-12	
4	50	345600	2.40	0.058	2.34E-12	
5	50	345600	2.30	0.046	1.41E-12	
6	50	345600	2.20	0.042	1.12E-12	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CP-28.

ENSAYO PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN (NTC 4483)						
CP-28	Presión aplicada	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c = 0.56					
1	50	345600	2.10	0.029	5.11E-13	1.52E-12
2	50	345600	2.00	0.037	7.92E-13	
3	50	345600	2.20	0.056	2.00E-12	
4	50	345600	2.40	0.057	2.26E-12	
5	50	345600	2.30	0.058	2.24E-12	
6	50	345600	2.20	0.046	1.35E-12	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47. Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CT-14.

ENSAYO PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN (NTC 4483)						
CT-14	Presión aplicada	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c = 0.56					
1	50	345600	2.02	0.058	1.97E-12	1.79E-12
2	50	345600	2.38	0.049	1.65E-12	
3	50	345600	2.38	0.052	1.86E-12	
4	50	345600	2.39	0.045	1.40E-12	
5	50	345600	2.41	0.053	1.96E-12	
6	50	345600	2.44	0.052	1.91E-12	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CT-21.

ENSAYO PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN (NTC 4483)						
CT-21	Presión aplicada	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c = 0.56					
1	50	345600	2.02	0.049	1.40E-12	1.73E-12
2	50	345600	2.38	0.049	1.65E-12	
3	50	345600	2.38	0.055	2.08E-12	
4	50	345600	2.39	0.052	1.87E-12	
5	50	345600	2.41	0.051	1.81E-12	
6	50	345600	2.44	0.047	1.56E-12	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49. Resultados ensayo de penetración de agua bajo presión CT-28.

ENSAYO PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN (NTC 4483)						
CT-28	Presión aplicada	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c = 0.56					
1	50	345600	2.02	0.036	7.58E-13	1.58E-12
2	50	345600	2.38	0.039	1.05E-12	
3	50	345600	2.38	0.056	2.16E-12	
4	50	345600	2.39	0.059	2.41E-12	
5	50	345600	2.41	0.049	1.67E-12	
6	50	345600	2.44	0.045	1.43E-12	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50. Resultados de permeabilidad promedio de ensayo de penetración de agua bajo presión.

PERMEABILIDAD PROMEDIO (k)		
CÓDIGO	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	UNIDAD
CT-14	1.79E-12	m/s
CT-21	1.73E-12	m/s
CT-28	1.58E-12	m/s
CP-14	1.60E-12	m/s
CP-21	1.53E-12	m/s
CP-28	1.52E-12	m/s

Fuente: Elaboración propia.

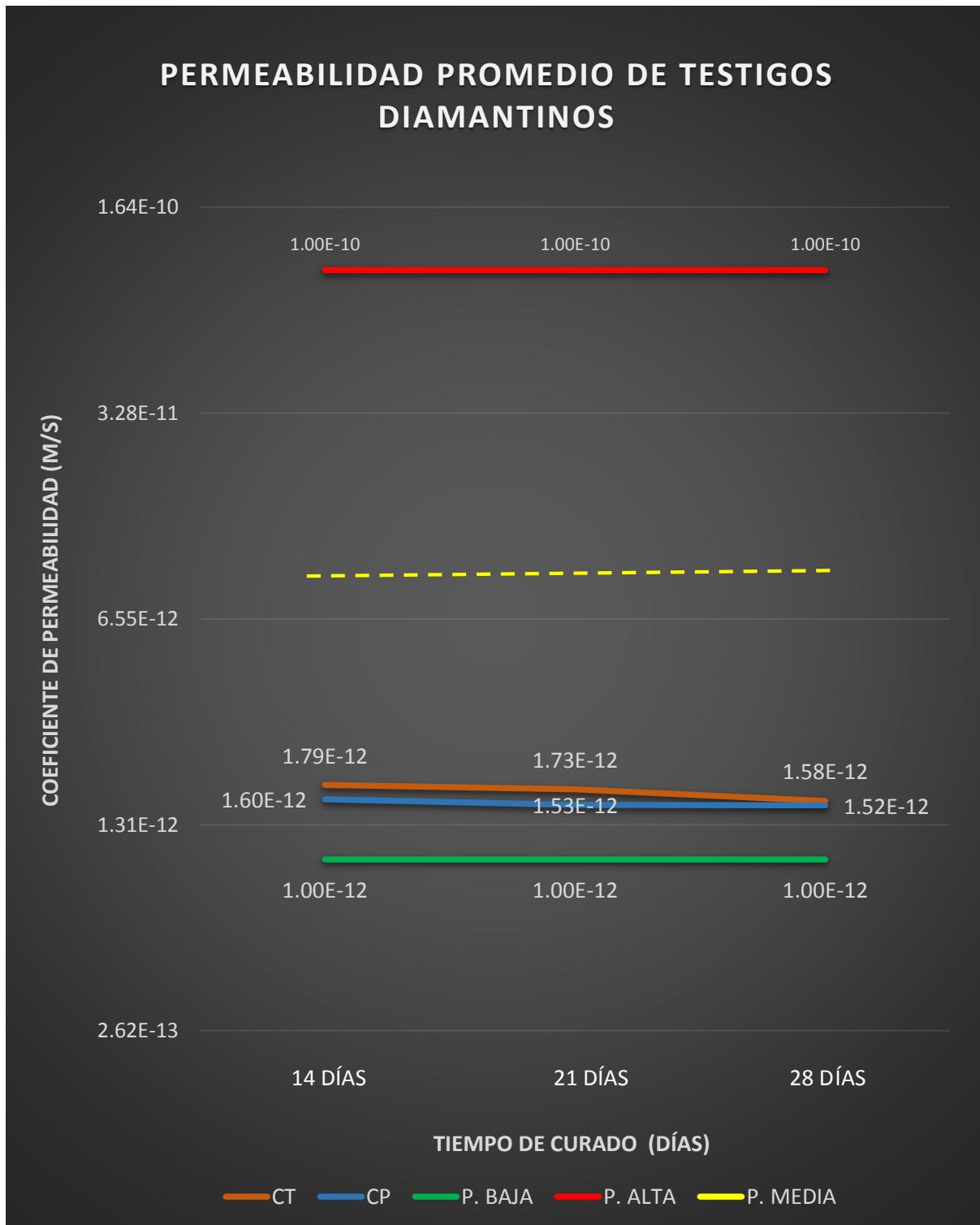
Figura 34. Ensayo de permeabilidad de testigos diamantinos (CT / CP).



Fuente: Propia.

RESULTADO DE PERMEABILIDAD DE TESTIGOS DIAMANTINOS EXTRAIDOS DE COLUMNAS EXPERIMENTALES

Gráfico 06. Resultados de los ensayos de permeabilidad en testigos diamantinos CT y CP (14, 21 y 28 días).



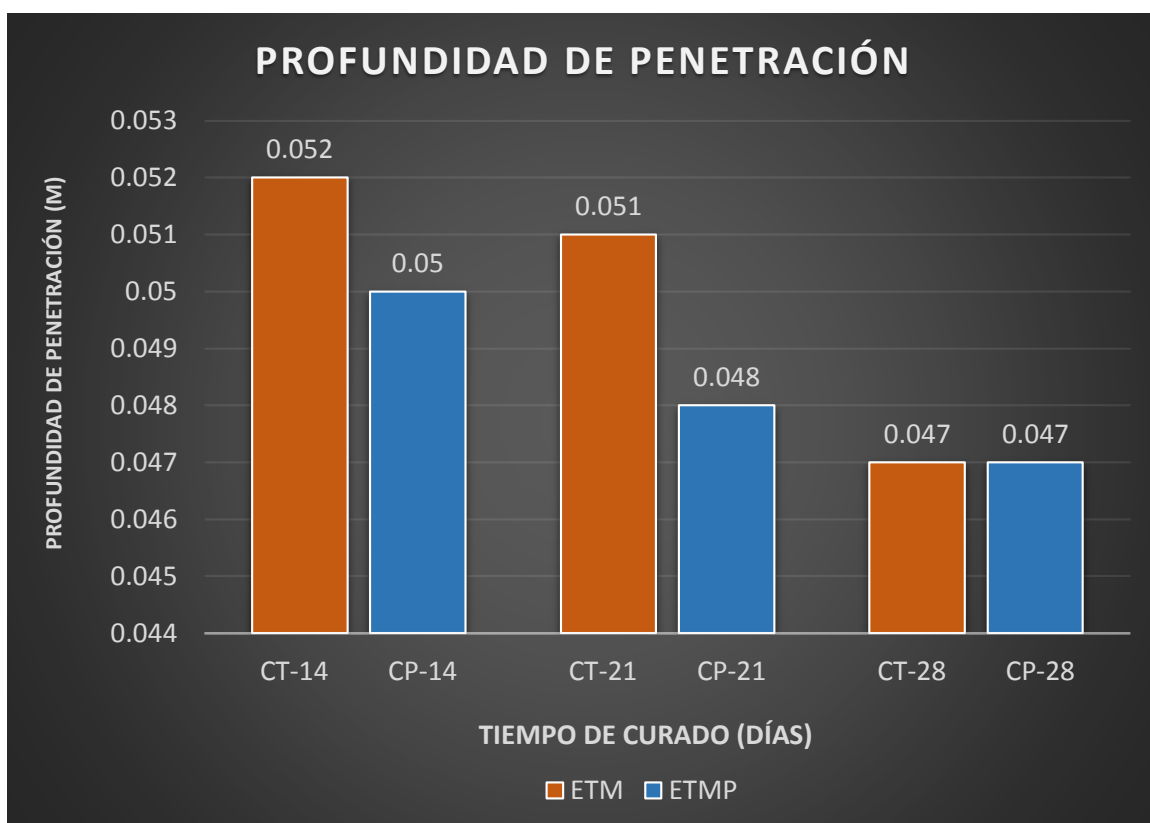
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según la NTC 4483 menciona que, los concretos con un coeficiente de permeabilidad menor de $<10^{-12}$ es considerado un concreto con **baja permeabilidad**, mientras que los que tengan un coeficiente de permeabilidad mayor de $>10^{-10}$ es considerado un concreto de **alta permeabilidad** y los que se encuentren entre esos dos rangos es considerado un concreto de **permeabilidad media**, tal como se puede observar en la **Tabla 02**.

Por lo tanto, según lo mencionado y verificando la **Tabla 02**, se puede interpretar lo siguiente:

- El concreto encofrado con adición de plástico se encuentra en el rango de **permeabilidad media**, tendiendo a estar más próximo a la permeabilidad alta en comparación con el concreto tradicional, que obtuvo menor coeficiente de permeabilidad, pero que también se encuentra dentro del rango de permeabilidad media.

Gráfico 07. Profundidad de penetración promedio en testigos diamantinos CT y CP (14, 21 y 28 días).



Fuente: Elaboración propia.

- Del **Gráfico 07** se puede interpretar que entre los concretos curados por 14 días y 21 días, encofrados tradicionalmente y los encofrados tradicionalmente con adición de plástico, se obtuvo un 0.002 mm y 0.003 mm menor penetración de agua en los testigos extraídos de las columnas encofradas tradicionalmente con adición de plástico. Por otro lado en los testigos curados a los 28 días en ambos sistemas de encofrado se obtuvo una profundidad de penetración de 0.047 mm que en comparación con las anteriores edades el la que tiene menor grado de permeabilidad, sin embargo según la **Tabla 02**, de la NTC 4483 se encuentran en el rango de **permeabilidad media**. Lo cual es aceptable, ya que no se utilizó ningún tipo de aditivo que reduzca el grado de permeabilidad del concreto a una permeabilidad baja.

CÁLCULO DE VARIACIÓN DE COSTOS EN CUANTO A SISTEMA TRADICIONAL DE ENCOFRADO DE MADERA Y ENCOFRADO TRADICIONAL DE MADERA CON ADICIÓN DE PLÁSTICO.

Para calcular la variación del costo entre los sistemas mencionados se realizará el análisis de costos unitarios respecto a 1m² de encofrado.

✚ Procedimiento de cálculo:

1. Realizar el ACU del encofrado tradicional de columnas a base de madera para 1m².

Tabla 51: ACU – Partida: Encofrado y desencofrado tradicional de columna.

Partida: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNA					
Especificaciones: Madera Tornillo		Unidad: m2			
Cuadrilla:	Encofrado : 0,10 capataz + 1 operario + 1 oficial : Habitación Desencofrado : 1 oficial + 2 peones				
Jornada:	Tiempo: 8 h				
Rendimiento:	Habilitación : 40 m2/día Encofrado : 10 m2/día Desencofrado : 40 m2/día				
Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Total
MATERIALES					
Madera Tornillo	p2	5.16	4.80	24.77	
Clavos de 2"	kg	0.12	5.00	0.60	
Clavos de 3"	kg	0.17	6.00	1.02	
Alambre negro N° 8	kg	0.30	5.50	1.65	
Desmoldante	kg	0.11	3.33	0.37	
Costo de Material					28.40
MANO DE OBRA					
Capataz	hh	0.10	25.20	2.52	
Operario	hh	1.00	23.78	23.78	
Oficial	hh	1.20	17.54	21.05	
Peon	hh	0.40	15.75	6.30	
Costo de Mano de Obra					53.65
EQUIPO, HERRAMIENTAS					
Herramientas (3% M.O.)		0.03	53.65	1.61	
Costo de Equipo, Herramientas					1.61
TOTAL					83.66

Fuente: Elaboración propia.

2. Realizar el ACU del encofrado tradicional de columnas a base de madera con adición de plástico para 1 m².

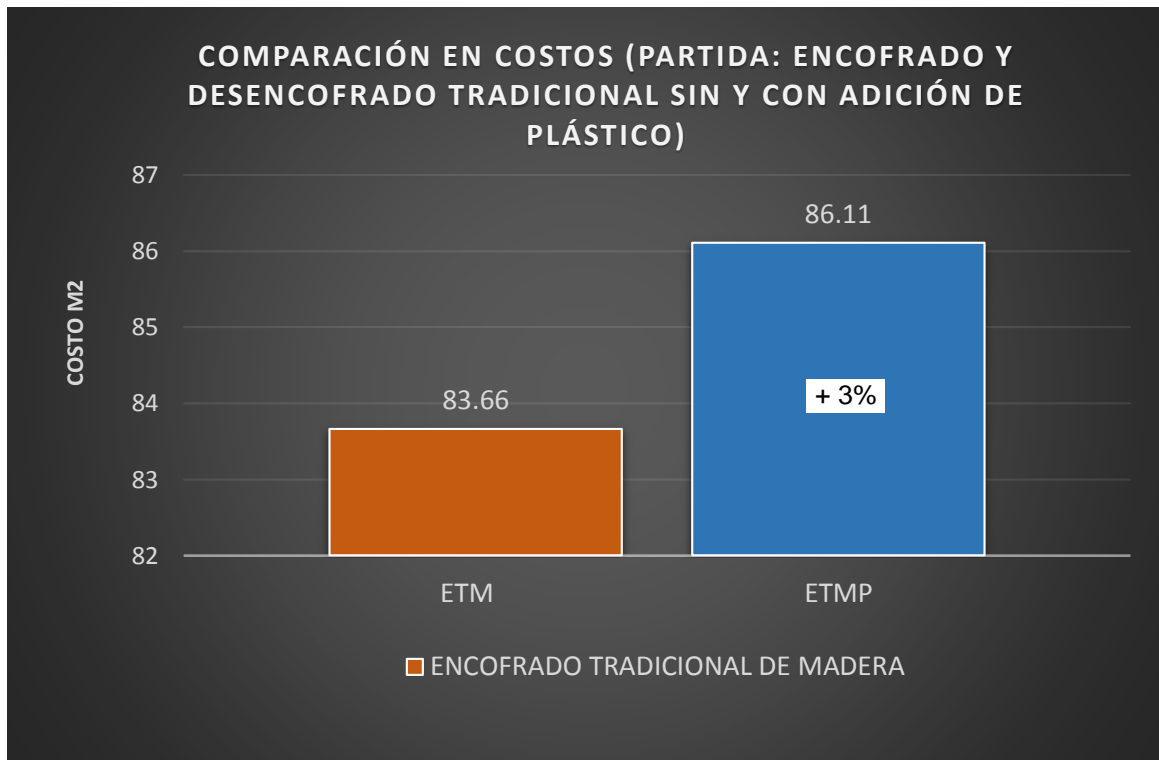
Tabla 52: ACU – Partida: Encofrado y desencofrado tradicional de columna con adición de plástico.

ENCOFRADO Y DESENCOFADO TRADICIONAL CON ADICIÓN DE PLÁSTICO EN COLUMNA					
Partida:					
Especificaciones					
:	Madera Tornillo				Unidad: m2
Cuadrilla:	Encofrado : 0,10 capataz + 1 operario + 1 oficial : Habitación				
	Desencofrado : 1 oficial + 2 peones				
Jornada:	Tiempo:	8 h			
Rendimiento:	Habilitación :	35 m2/día			
	Encofrado :	10 m2/día			
	Desencofrado :	40 m2/día			
Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Total
MATERIALES					
Madera Tornillo	p2	5.16	4.80	24.77	
Grapas de 5/16"	glb	0.05	5.50	0.28	
Plástico Azul 0.015 mm	ml	1.00	1.00	1.00	
Clavos de 2"	kg	0.12	5.00	0.60	
Clavos de 3"	kg	0.17	6.00	1.02	
Alambre negro Nº 8	kg	0.30	5.50	1.65	
Costo de Material					29.31
MANO DE OBRA					
Capataz	hh	0.11	25.20	2.77	
Operario	hh	1.03	23.78	24.49	
Oficial	hh	1.23	17.54	21.57	
Peon	hh	0.40	15.75	6.30	
Costo de Mano de Obra					55.14
EQUIPO, HERRAMIENTAS					
Herramientas (3% M.O.)		0.03	55.14	1.65	
Costo de Equipo, Herramientas					1.65
TOTAL					86.11

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADO DE VARIACIÓN DE COSTOS EN CUANTO A SISTEMA TRADICIONAL DE ENCOFRADO DE MADERA Y ENCOFRADO TRADICIONAL DE MADERA CON ADICIÓN DE PLÁSTICO.

Gráfico 08. Resultados de variación en costo de acuerdo al análisis de partidas: Encofrado y desencofrado tradicional de columnas / Encofrado y desencofrado tradicional de columnas con adición de plástico.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Tomando en consideración la fuente CAPECO y la experiencia del investigador se realizó el ACU de las partidas de encofrado y descofrado de columnas de los dos sistemas, llegando a las siguientes conclusiones:

- El sistema de encofrado tradicional con adición de plástico obtuvo un 3% más de costo en comparación del sistema de encofrado tradicional de columnas para 1 m2 de encofrado en la mencionada partida.
- Esta variación económica se debe a la aplicación de materiales como el plástico, grapas y también al rendimiento en cuanto a la habilitación del encofrado.

- La variación económica puede ser justificada y no perjudicial si los datos obtenidos en la optimización de la resistencia o impermeabilidad del concreto son favorables.

Del mismo modo se realizó un análisis entre las ventajas y desventajas de los dos sistemas de encofrado.

Tabla 53: Ventajas y desventajas de encofrado tradicional de madera.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ENCOFRADO TRADICIONAL DE MADERA	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Es económico para proyectos pequeños.	Su uso no es rentable en obras de gran envergadura.
Puede tomar cualquier forma y tamaño.	Tiene poco tiempo de vida útil.
Son resistentes.	Se debilita debido al uso de pernos y clavos en su aplicación.
Es de peso ligero en comparación con el sistema metálico.	Se necesita personal calificado para su habilitación.
Disponible fácilmente en la mayoría de los lugares, aún en zonas rurales.	Necesita un mantenimiento periódico para seguir usandolo.
Se pueden obtener diferentes texturas en los acabados.	Aumenta el tiempo de la obra por su fabricación insitu.
Se pueden reciclar.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54: Ventajas y desventajas de encofrado tradicional de madera con adición de plástico.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ENCOFRADO TRADICIONAL DE MADERA CON ADICIÓN DE PLÁSTICO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Es económico para proyectos debido a su aumento de tiempo de vida.	Se debilita debido al uso de pernos y clavos en su aplicación.
Puede tomar cualquier forma y tamaño.	Se necesita personal calificado para su habilitación.
Son resistentes.	Aumenta el tiempo de la obra por su fabricación insitu.
Es de peso ligero en comparación con el sistema metálico.	
Disponible fácilmente en la mayoría de los lugares, aún en zonas rurales.	
La aplicación de plástico evita pérdida de agregados en las juntas de las tablas.	
Se pueden reutilizar para realizar otros elementos estructurales.	
Aumenta su tiempo de vida, debido a la impermeabilidad generada por el plástico.	
Se obtienen mejores resultados en las propiedades de resistencia e impermeabilidad del concreto.	
El desencofrado es mas rápido y sencillo debido a que no necesita desmoldante.	
La aplicación del plástico en el encofrado no necesita personal calificado	

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Discusión N°1:

Según Aloys (2013). Se propuso como **objetivo** comprobar la influencia de los materiales de encofrado sobre la calidad de las estructuras de concreto armado. La **metodología** aplicada consistió en usar encofrados de los siguientes materiales: madera blanda (ciprés), madera dura (mninga), contrachapado y acero. Fabricando columnas de dimensiones 230 x 230 x 1000 mm con proporción de concreto de 1:2:4 con una relación de agua/cemento de 0.48. una vez desencofrado a las 24 horas, se procedió al curado por 28 días y se retiraron núcleos de muestras para su posterior ensayo de absorción de agua y compresión. Los **resultados** fueron, en absorción de agua de los núcleos: madera blanda (1.16 %), madera dura (1.21%), contrachapada (1.18%) y en acero (1.59%). En cuanto a la resistencia se obtuvieron los siguientes resultados: madera blanda (23.6 N/mm²), madera dura (22.9 N/mm²), contrachapada (23.1 N/mm²) y en acero (22.5 N/mm²). En **conclusión**, se obtuvo que la aplicación de materiales en el encofrado si influye en la resistencia y absorción de agua del concreto. Asimismo, es necesario absorber el exceso de agua en la superficie del concreto para asegurar la uniformidad del concreto y mejorar su resistencia a compresión.

Table 4 Concrete compressive strengths

S/n	Type of material	Compressive strengths (N/mm ²)
1	Softwood timber	23.6
2	Hardwood timber	22.9
3	Plywood	23.1
4	Steel	22.5

Fuente: Aloys (2013)

Table 1 Moisture content and water absorption of formwork materials

S/n	Type of material	Moisture content (%)	Water absorption(%)
1	Softwood timber	12.76	32.73
2	Hardwood timber	8.08	9.17
3	Plywood	13.77	27.61

Fuente: Aloys (2013)

Tabla 55: Resumen resultados de compresión de testigos en N/mm²
(28 días).

ITEM	TIPO DE ENCOFRADO	COMPRESIÓN (N/mm ²)
CT-28	Tradicional de madera	23.5
CP-28	Tradicional de madera con adición de plástico	27.9

Fuente: Elaboración propia.

Según se puede observar en la **tabla de resultados de Aloys (2013)** y la **Tabla 55** con los resultados obtenidos de la presente investigación, se observa que Aloys obtiene una resistencia a la compresión de 23.6 N/mm² en madera blanda, concluyendo que el concreto obtiene mayor resistencia cuando el encofrado tiene mayor capacidad de absorción de agua. Lo cual **discutimos**, ya que en la presente investigación se aplicó plástico en el encofrado tradicional de columnas con el objetivo de impermeabilizar la madera y evitar la pérdida de agregados y agua de la mezcla de concreto para optimizar la resistencia a compresión del concreto, lo que se logró ya que se obtuvo una resistencia a la compresión del concreto curado a los 28 días de 27.9 N/mm².

Se puede argumentar que en la investigación de Aloys no se realizó el diseño de mezcla y se consideró una dosificación de 1:2:4 con una relación agua/cemento de 0.48, mientras que en la presente investigación se usó una dosificación de 1:1.56:2.36 y relación agua/cemento de 0.56.

Discusión N°2:

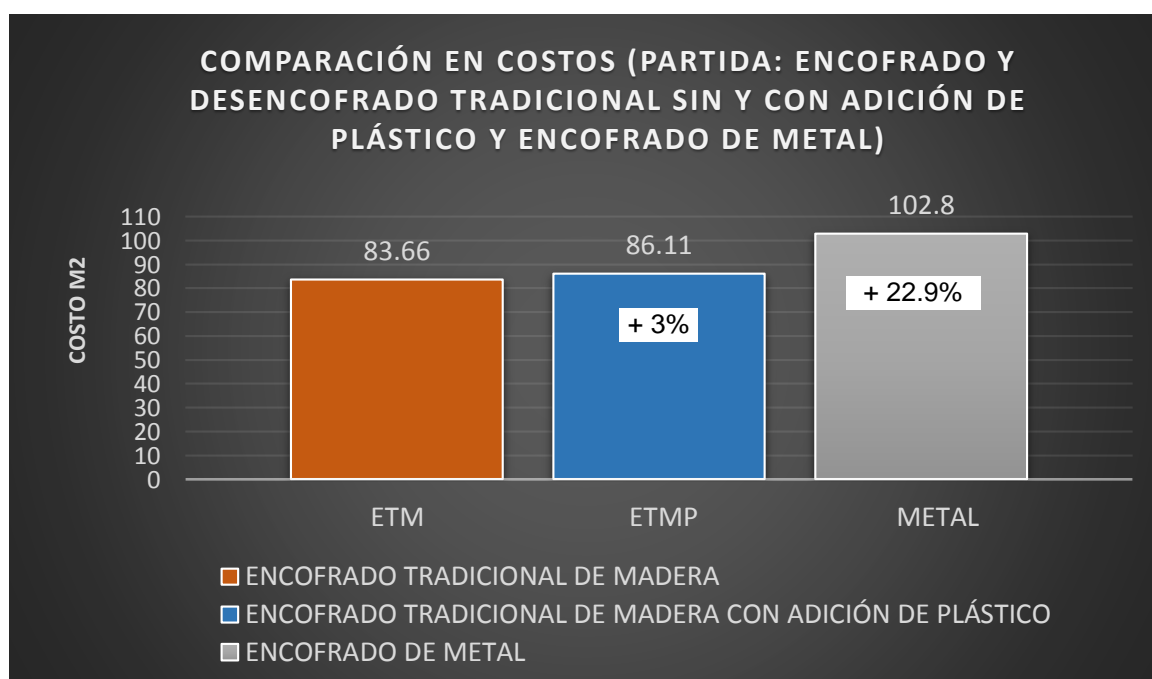
Gutierrez y Salazar (2015) tienen como objetivo principal determinar la permeabilidad en las obras hidráulicas de Lima Metropolitana aplicando los aditivos Sika WT – 100 y Sika WT – 200 a los diseños de concreto. La metodología consistió en diseñar y elaborar 144 probetas cilíndricas de concreto de 10 cm de diámetro de sección transversal y 20 cm de altura del cilindro de las cuales 64 se realizaron con un concreto patrón (concreto convencional), otros 64 con adición de 2% de aditivo Sika WT – 100 y por último 64 probetas con adición de 1% de aditivo Sika WT – 200. Como resultado se obtuvo que el concreto patrón, Sika WT-100 y Sika WT-200 obtuvieron resistencias de 637, 621 y 632 kg/cm² respectivamente, así mismo estos tenían una relación agua/cemento de 0.40. En cuanto a la permeabilidad el concreto patrón y Sika WT-100 obtuvieron una permeabilidad media, mientras que el diseño con Sika WT-200 obtuvo una permeabilidad baja.

Respecto a lo que mencionan Gutierrez y Salazar en sus resultados, se puede discutir que los datos hallados en su estudio, son datos que fueron obtenidos en condiciones óptimas ya que se elaboraron en probetas curadas y sumergidas en un pozo de agua para su curación por un tiempo de 28 días. Si bien es cierto este proceso está normado y es fiable en su totalidad, para estudios de permeabilidad debería considerarse un análisis de campo en obra. Por otro lado, en el presente proyecto de investigación se realizó la elaboración de columnas experimentales de sección transversal de 0.25 x 0.25 cm y con una altura de 0.80 cm, con la finalidad de extraer testigos diamantinos y obtener datos reales de campo sobre la permeabilidad del concreto, de esta manera se obtuvo una permeabilidad media con un coeficiente de permeabilidad de $k = 1.58E-12$ y una profundidad de penetración promedio de 47 mm en un concreto convencional de 210 Kg/cm² con relación agua/cemento de 0.56, considerando los valores definidos que muestra la **Tabla 02** de la NTC 4483.

Discusión N°3:

Según Bereket (2015). Tuvo como **objetivos** comparar encofrados de acero y madera para proyectos de construcción y llegar a qué sistema es ventajoso en cuanto a costo, calidad y tiempo de finalización de los proyectos de construcción. La **metodología** aplicada consistió en conocer los factores que influyen en el costo, el tiempo de finalización y la calidad de los proyectos construidos con respecto al uso de sistemas de encofrado de acero y madera. Los **resultados**, El encofrado de columna de acero cuesta un 22,88% más que el encofrado de columna de madera. En **conclusión**, el sistema de encofrado de acero puede ser una solución para minimizar el costo de la construcción industria en Etiopía. La principal justificación de esta afirmación es que el encofrado de acero puede ser reutilizado durante mucho tiempo a diferencia del sistema de encofrado de madera. Asimismo, para obtener una mejor calidad del hormigón acabado, es mejor utilizar un moderno sistema de encofrado de madera como por ejemplo la contrachapada. El moderno sistema de encofrado de madera tiene una superficie lisa que ayuda en el momento de quitar el encofrado de la superficie del hormigón. Por último, el tipo de encofrado utilizado en proyectos de edificación tiende a afectar la productividad de la mano de obra.

Gráfico 09: Comparación de costos ETM, ETMP y METAL.



Fuente: Elaboración propia.

Según podemos observar en la **Gráfico 09**, se observa la comparación de costos en cuanto a los dos sistemas que empleamos en la presente investigación y tomando como referencia el costo del encofrado de metal según Bereket (2015). Se discrepar que el encofrado con adición de plástico es un sistema más económico en comparación con el encofrado de metal, ya que su costo en cuanto al encofrado tradicional aumenta sólo en un 3%, mientras que en el encofrado de metal aumenta un 22.9% en el costo. Asimismo, sería de gran ayuda al desarrollo de proyectos en Ethiopia, ya que es un sistema de encofrado que no solo es económico, sino que también aporta en optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto.

VI. CONCLUSIONES

1. La aplicación del plástico en encofrado tradicional de columnas optimiza y mejora la resistencia a compresión del concreto en 36% más que la resistencia requerida para un concreto de 210 kg/cm², llegando a obtener una resistencia de 284.6 kg/cm² a los 28 días de curado.
2. Las resistencias a compresión obtenidas de los testigos diamantinos CP-14 y CP-21 días de curado, no alcanzaron la resistencia requerida, pero según la Norma E060, se consideran concretos satisfactorios, ya que alcanzaron un 85% de la resistencia requerida de 210 kg/ cm².
3. La impermeabilidad obtenida en los testigos diamantinos extraídos de las columnas experimentales encofradas con adición de plástico, obtuvieron un coeficiente de permeabilidad media, con tendencia y aproximación a permeabilidad baja, tal como lo muestra el gráfico 06. Mientras que los testigos extraídos de las columnas encofradas tradicionalmente también obtuvieron una permeabilidad media, con una aproximación mínima a la permeabilidad del concreto encofrado con adición de plástico. Asimismo, la profundidad de penetración en ambos casos se encuentra dentro del rango de permeabilidad media, como se puede observar en el gráfico 07.
4. El costo del encofrado tradicional con adición de plástico para columnas aumenta en un 3% respecto al costo de encofrado tradicional (típico), no obstante, la aplicación de plástico en el encofrado tradicional aumenta el tiempo de vida de la madera debido a que este la cubre e impermeabiliza.
5. La aplicación del plástico en el encofrado tradicional de columnas, aumenta las ventajas de este sistema de encofrado debido a los aportes que este material le brinda en cuanto a los resultados de resistencia, impermeabilidad y costo, Así mismo se obtiene un concreto sin presencia de patologías.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar el sistema de encofrado con adición de plástico para columnas y el sistema metálico con la finalidad de analizar los aportes que le brindan estos sistemas a las propiedades de resistencia e impermeabilidad del concreto.
- Se recomienda realizar la investigación en zapatas, ya que estos elementos estructurales se encuentran en contacto directo con el suelo natural y la impermeabilidad en estos elementos es un punto muy importante para tomar en consideración.
- Se recomienda realizar un estudio de comparación o evaluación de aditivos impermeabilizantes y la adición del plástico en encofrado tradicional de madera, con la finalidad de comparar el grado de aporte que obtienen ambos estudios en cuanto a la resistencia e impermeabilidad del concreto.
- Es recomendable realizar una evaluación más exhaustiva y dirigida directamente a la variación de costos en cuanto al sistema de encofrado con adición de plástico y otros sistemas de encofrado como el metálico, aluminio, etc. Con la finalidad de ver a detalle si el tiempo de vida agregado a la madera por la adición de plástico permite utilizar este sistema como una opción económica a largo plazo en los proyectos.

REFERENCIAS

ALOYS, Ignas. Influencia de los materiales de encofrado sobre la superficie y calidad de las estructuras de hormigón armado [en línea]. Noviembre 2013, n° 5. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2021]. Disponible en: [http://eaasjournal.org/survey/userfiles/files/v4i504%20Construction%20Engineering\(1\).pdf](http://eaasjournal.org/survey/userfiles/files/v4i504%20Construction%20Engineering(1).pdf)

ISSN: 2305-8269

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. [en línea]. EEUU: Diseño de hormigón [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.concrete.org/topicsinconcrete/topicdetail/design%20of%20concrete?search=design%20of%20concrete>

APAZA, Karla e YSARBE, Joselyn. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y características físicas del concreto patrón y concreto reciclado, evaluando su comportamiento en estado fresco y endurecido. Tesis (ingeniera civil). Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2017.

BEATO, Rafael. Estudio comparativo entre los sistemas de encofrado en República Dominicana y el sistema de España. Tesis (Magister en ingeniería). España: Universidad Politécnica de Cataluña, 2018.

BECKER, Edgardo. Patrones de fisuración en pavimentos de concreto: Algunos conceptos básicos [en línea]. México: Construcción y Tecnología en Concreto. [fecha de consulta: 09 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.revistacyt.com.mx/index.php/tecnologia/521-patrones-de-fisuracion-en-pavimentos-de-concreto-algunos-conceptos-basicos>

BEREKET, Amare. Comparación de coste, calidad y velocidad de encofrados de acero y madera sistema utilizado para proyectos de construcción. Tesis (ingeniero civil). Etiopía: Addis Ababa University, 2015.

CASTAÑEDA, Jorge y LOPEZ, William. Análisis comparativo entre el sistema de encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social. Tesis (ingeniero civil). Perú: Universidad de San Martín de Porres, 2015.

CATALOGO NTP. [en línea]. Perú: Instituto Nacional de Calidad [fecha de consulta: 12 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico/>

CORREA, Luis y CORREA, Milton. Estudio comparativo de los tipos de encofrado metálico y el tradicional (caña guadua y madera) aplicado a una edificación tipo de 3 niveles de 450 m² de hormigón armado. Tesis (ingeniero civil). Ecuador: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2018.

DELGADO, Daniel. Determinación del Módulo elástico del concreto hidráulico a la edad de 14 días, para un $f'c=150\text{kg/cm}^2$, $f'c=200\text{kg/cm}^2$, $f'c=250\text{kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{kg/cm}^2$. Con agregados pétreos del Municipio de Técpán de Galeana, Guerrero [en línea]. Junio 2018, N°4. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2021] Disponible en:

https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol2num4/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V2_N4_2.pdf
ISSN: 2523-2428

Diseño de mezclas para la elaboración del concreto estructural método 211 comité del ACI [Plataforma Digital]. Trujillo: Mag. Ing. Villegas Carlos (8 agosto 2014). [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://cecfic.uni.edu.pe/archivos/concreto/Metodo%20ACI%20211%20%20MS.%20ING.%20VILLEGAS.pdf>

ENRIQUEZ, Jaime y SHIMABUKURO, Kioshi. Diseño de mezcla de concreto f'cr 210 kg/cm² mediante la adición de vidrio molido reciclado en reemplazo parcial de cemento tipo I en Lima-Perú. Tesis (ingeniero civil). Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

El alto riesgo de las viviendas en Perú. [en línea]. Perú: Idencity transforming cities. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2021] Disponible en: <https://www.idencityconsulting.com/viviendas-informales-en-el-peru/>

FIGUEROA, Alexandra y MESTA, Gianfranco. Análisis de la resistencia a la abrasión del concreto con el uso de encofrado metálico en comparación al encofrado tradicional de madera. Tesis (ingeniero civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2018.

GALLARDO, Eliana. Metodología de la investigación [en línea]. 1° ed. Perú: Universidad Continental, 2017. [fecha de consulta: 10 de noviembre de 2021] Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf
ISBN: 978-612-4196

GRIÑAN, José. Encofrados. 19° edición. España: Ediciones CEAC S.A. 1989. 178pp.
ISBN: 84-329-2951-4

GUTIERREZ, Juan y SALAZAR Juan. Evaluación de la permeabilidad en diseños de concreto con el uso de aditivos sika wt-100 y sika wt-200 en obras hidráulicas de lima metropolitana. Tesis (ingeniero civil). Perú: Universidad Ricardo Palma, 2015.

HERMIDIA, Germán. Concreto impermeable [en línea]. Perú: Sika, 2013 [fecha de consulta: 09 de noviembre de 2021] Disponible en: <https://per.sika.com/dms/getdocument.get/2a4c9422-120b-358c-9436-9672bf915150/BROCHURE%20CONCRETO%20IMPERMEABLE%20LATAM.pdf>
ISSN: 0122-0594

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 1° ed. México: Mc Graw Hill Education, 2018. 754 pp.
ISBN: 978-1-4562-6096-5

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: Mc Graw Hill / interamericana editores, S.A. de C.V, 2014. 600 pp.
ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 4. a ed. México: Mc Graw Hill interamericana, 2006. 850 pp.
ISBN: 970-10-5753-8

HERRERA, MORENO y ROBLES. Diagnóstico del uso de encofrados en elementos estructurales de concreto para los diferentes tipos de edificaciones en la zona oriental de el salvador. Tesis (ingeniero civil). El Salvador: Universidad del Salvador, 2014.

IMCYC. Práctica estándar para el curado del concreto ACI-308 [en línea]. 1° ed. México: 1994 [fecha de consulta: 07 de noviembre del 2021] Disponible en: https://www.academia.edu/9825141/Pr%C3%A1ctica_est%C3%A1ndar_para_el_curado_del_concreto_ACI_308
ISBN: 968-464-034-X

Ingeniería Civil y Arquitectura. Concreto método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua. [en línea]. Colombia: Icontec [fecha de consulta: 14 de mayo de 2021] Disponible en: <https://docplayer.es/78605362-Norma-tecnica-colombiana-4483.html>

LAFUENTE, Carmen y MARÍN, Ainhoa. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: fases, fuentes y selección de técnicas. Revista Escuela de Administración de Negocios [en línea]. septiembre-diciembre 2008, n.o 64. [fecha de consulta: 01 de octubre de 2018]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20612981002>
ISSN: 0120-8160

LAURA, Tania. Diseño de sistema de encofrados en la provincia de Angaraes – Huancavelica. Tesis (ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, 2016.

LIMÓN, Jorge. Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir su permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad. Tesis (ingeniero civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2016.

Los enfoques en la investigación científica. [en línea]. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [fecha de consulta: 09 de junio de 2021] Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES39.pdf

MALLMA. Teoría De La Permeabilidad [en línea]. Perú: Scribd, 2017 [fecha de consulta: 13 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://es.scribd.com/document/327578933/Teoria-de-La-Permeabilidad>

MARTINEZ, LINARES y GARCIA. Elaboración y evaluación de diseños de mezcla de concreto de alta resistencia, implementando cemento ASTM c1157 tipo he, basados en el método de diseños de mezcla ACI 211.4r-08. Tesis: (ingeniero civil). El Salvador: Universidad del Salvador. 2013.

Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis por Humberto Ñaupas [et al.]. Bogotá: Ediciones de la U, 2014. 368 pp.
ISBN: 978958762188

MISKIR, Tewodros. Evaluación del efecto del uso de diferentes tipos de materiales de encofrado en la construcción de edificios: un estudio de caso en la región de Benshangul Gumuz. Revista Internacional de Ingeniería y Gestión de la Construcción [en línea]. 23 de setiembre de 2020. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://article.sapub.org/10.5923.j.ijcem.20200904.02.html>
ISSN: 2326-1102

MTC. Manual de ensayos de materiales [en línea]. Perú: Ministerio de transportes y comunicaciones, 2016 [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2021] Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

NATSOULIS, Nick. Tipos de encofrado para estructuras de hormigón. [en línea]. EEUU: Nearby Engineers [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.ny-engineers.com/blog/types-of-formwork-for-concrete-structures>

NIÑO, Victor. Metodología de la investigación diseño y ejecución [en línea]. Colombia: Ediciones de la U. 2011 [fecha de consulta: 15 de junio de 2021]. Disponible en:

<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>
ISBN 978-958-8675-94-7

NTC. Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua [en línea]. Colombia: ICONTEC [fecha de consulta: 06 de noviembre del 2021] Disponible en: <https://www.slideshare.net/leosucayunga/317979915-ntc4483concretos>

PÉREZ, Havila y LEÓN, Alexander. Diseño de mortero y concreto 210 kg/cm² y 280 kg/cm² del río Paranaपुरa y Marañón. Tesis (ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de San Martín, 2019.

PONCE, Luis. Análisis comparativo entre el encofrado metálico por el sistema de muros portantes y el encofrado de madera por el sistema tradicional para viviendas en la urbanización villa del rey, etapa princesa diana. Tesis (ingeniero civil). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2016.

Proyectos de investigación básica. [en línea]. Perú: CONCYTEC [fecha de consulta: 01 de junio de 2021] Disponible en: <https://www.fondecyt.gob.pe/convocatorias/investigacion-cientifica/proyectos-de-investigacion-basica-2020>

PULIDO, Marta. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Opción [en línea]. Venezuela. [fecha de consulta: 03 de junio de 2021]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>
ISSN: 1012-1587

RAMOS, Jesús. Costos y presupuestos en edificación [en línea]. 2.º ed. Perú: CAPECO, 2008 [fecha de consulta: 15 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://civilfree.blogspot.com/2013/11/costos-y-presupuestos-en-edificacion.html>

Revista Educación [en línea]. Costa Rica. Universidad de Costa Rica, 2019. [fecha de consulta: 01 de junio 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

ISSN: 0379-7082

SENCICO: Norma E 060 concreto armado [en línea]. Perú: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2019 [fecha de consulta: 12 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>

SENCICO: Reforzar viviendas nos permitirá salvar vidas en caso de un terremoto. [en línea]. Perú: AGENCIA ANDINA [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-sencico-reforzar-edificaciones-permitira-salvar-vidas-caso-terremoto-733396.aspx>

ANEXOS

Anexo 01. Operacionalización de variables

APLICACIÓN DE PLÁSTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021					
VARIABLE	CONCEPTO	CONCEPTO OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE (X). Encofrado tradicional de columna	Según Natsoulis (2021) El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados gracias a sus excepcionales propiedades. Sin embargo, para crear elementos de construcción con hormigón, debe verse en un molde especialmente diseñado. Esto se conoce como encofrado.	El encofrado de columnas es una tarea muy importante que debe ser realizada por personal calificado, ya que este contendrá en su interior la mezcla del concreto, la cual generará presiones a los lados laterales y principalmente en la parte inferior. Por ende el encofrado tendrá que mitigar dichas fuerzas para obtener un correcto elemento estructural.	Encofrado tradicional de madera	Trabajabilidad Costos Pesos	Razón
			Encofrado tradicional de madera con adición de plástico	Trabajabilidad Costos Pesos	Razón
					Razón
VARIABLE DEPENDIENTE (Y1). Resistencia a compresión del concreto	NTP (2015). Menciona que, la rotura por compresión del concreto es efectiva por los que diseñan la resistencia a compresión, ya que el concreto tiene capacidad de soportar cargas y esfuerzo axiales, siendo su mejor comportamiento en compresión y tracción, todo debido a los elementos del cemento, agregado fino y agregado grueso.	La resistencia del concreto es el resultado del análisis de agregados y posterior diseño de mezcla realizado en el laboratorio, ya que para obtener una determinada resistencia es importante hacer un análisis de los elementos agregados que se utilizarán para su generación y lograr obtener una dosificación adecuada para determinada resistencia.	Agregados	Contenido de humedad (%). Granulometría - MF. Gravedad específica (gr/cc). Peso unitario (suelto y compactado) (Kg/m3).	Razón
			Diseño de mezcla	Relación agua/cemento. Dosificación del concreto (kg).	Razón
			Capacidad de resistencia del concreto	Carga aplicada espécimen (kg). Resistencia post fisurada (Mpa)	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE (Y2). Impermeabilidad del concreto	HERMINIA (2018) Un concreto impermeable es un concreto convencional, que pese a que se le adiciona aglomerante químico o adición de puzolanas naturales y/o artificiales es importante aclarar que no existe impermeabilidad absoluta pues todo concreto tiene un grado de permeabilidad.	La impermeabilidad en los elementos estructurales es de suma importancia, ya que esta no permite en gran medida la absorción de fluidos, los cuales serían perjudiciales para el elemento estructural. Es por ello que se buscan métodos de construcción que permitan obtener una impermeabilidad óptima.	Capacidad permeable del concreto	Presión de agua aplicada al testigo (Mpa). Coeficiente de permeabilidad al agua (m/s). Profundidad de penetración (mm).	Razón

Anexo 02. Matriz de consistencia

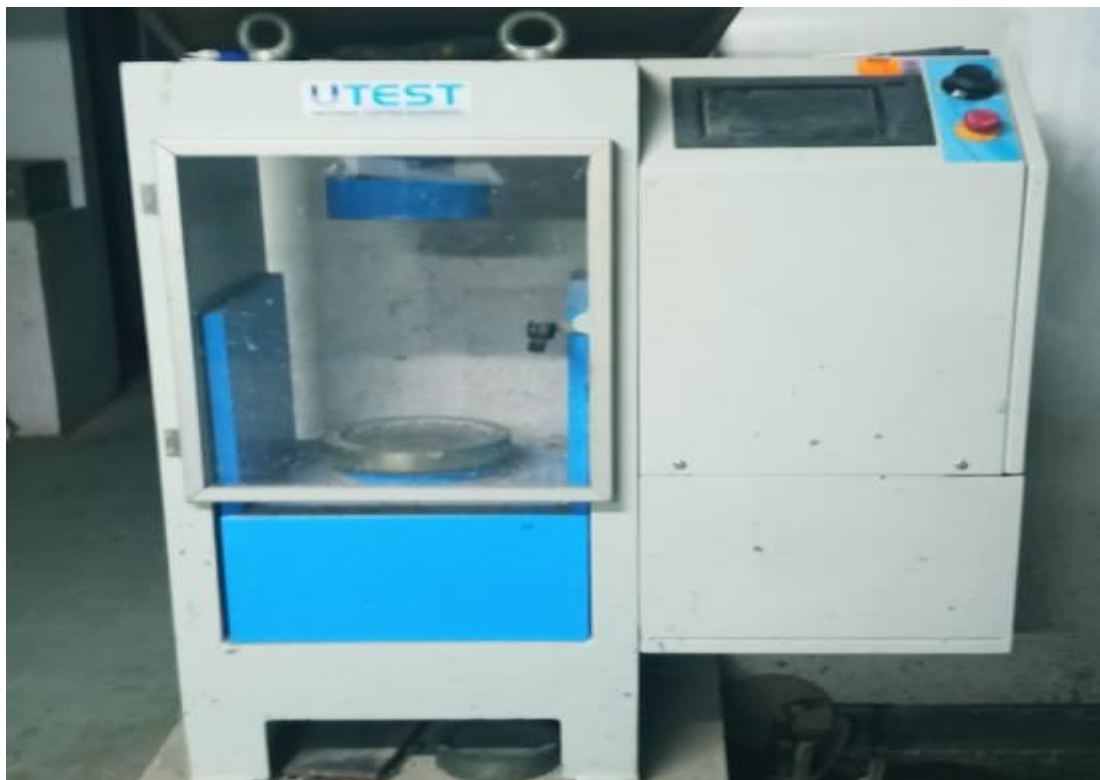
ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TITULO: "APLICACIÓN DE PLÁSTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021"						
Autor: Palomino Astete Jonathan Yohel						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:				
¿De qué manera influye la aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021?	Evaluar la aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.	La aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas optimiza la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.				
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis específicas:	Variable Independiente (X) Encofrado tradicional de columnas			
¿Cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto aplicando plástico en el encofrado tradicional de columnas, Lima 2021?	Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto aplicando plástico en el encofrado tradicional de columnas, Lima 2021.	La resistencia a la compresión del concreto varía aplicando plástico en el encofrado tradicional de columnas, Lima 2021.		Encofrado tradicional de madera con adición de plástico	Trabajabilidad Costos Pesos	Ficha de recopilación de datos
¿Cuánto varía la impermeabilidad del concreto aplicando plástico en el encofrado tradicional de columnas, Lima 2021?	Determinar la variación de la impermeabilidad del concreto aplicando plástico en el encofrado tradicional de columnas, Lima 2021.	La impermeabilidad del concreto varía aplicando plástico en el encofrado tradicional de columnas, Lima 2021.	Variable Dependiente (Y1) Resistencia a compresión del concreto	Agregados	Contenido de humedad (%). Granulometría - MF. Gravedad específica (gr/cc). Peso unitario (suelto y compactado) (Kg/m3).	NTP 339.185:2013 NTP 400.012:2013 NTP 400.021:2013 NTP 400.017:2013
				Diseño de mezcla	Relación agua/cemento. Dosificación del concreto (kg).	ACI 211
¿Cuánto varía en costo la aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021?	Determinar la variación en costo la aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.	El costo en la aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas varía en la optimización de la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.	Variable Dependiente (Y2) Impermeabilidad del concreto	Capacidad de resistencia del concreto	Carga aplicada espécimen (kg). Resistencia post fisurada (Mpa)	NTP 339.059
				Capacidad permeable del concreto	Presión de agua aplicada al testigo (Mpa). Coeficiente de permeabilidad al agua (m/s). Profundidad de penetración (mm).	NTC 4483 UNE-EN 12390-8

Figura 01. Dispositivo de ensayo de permeabilidad del concreto.



Fuente: MTL Geotecnia.

Figura 35. Prensa Hidráulica – marca UTEST.



Fuente: MTL Geotecnia.

Figura 36. Horno – marca PERÚ TEST.



Fuente: MTL Geotecnia.

Figura 37. Balanza – marca CHAUS.



Fuente: MTL Geotecnia.

Fotos de procesos de ensayos:



















TESIS: "APLICACIÓN DE PLÁSTICO
EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE
COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA
RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD
DEL CONCRETO EN VIVIENDAS,
LIMA 2021"
- JONATHAN Y. PALOMINO A.

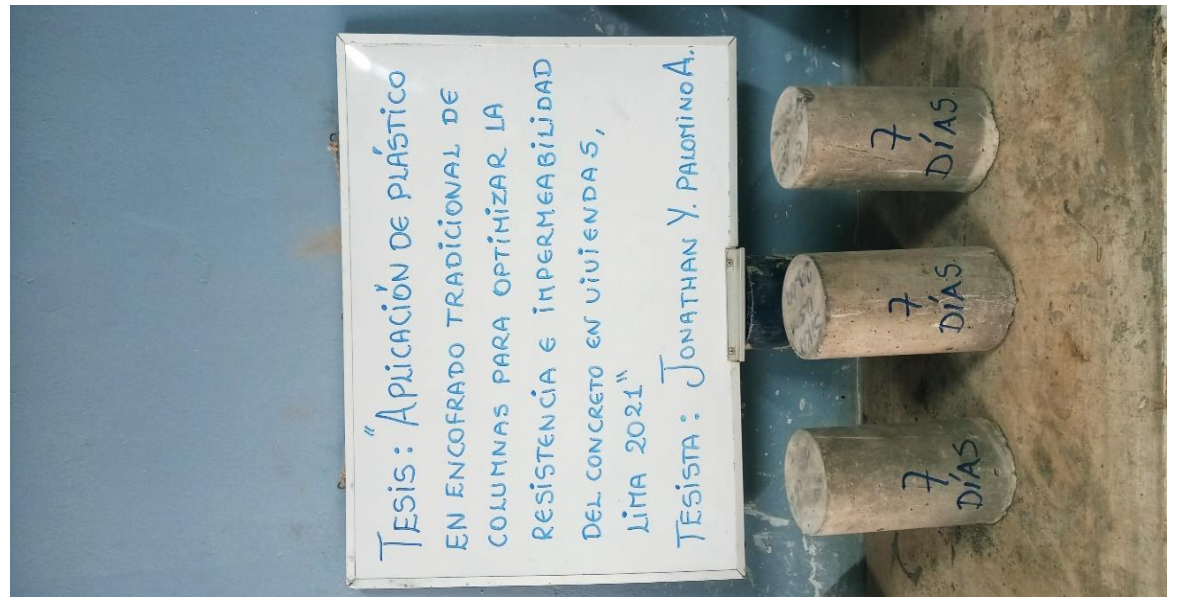
Mezcla: Encortados
Patrón:
7.98 Cemento
4.47 Lts ó Kg
11.25 Kg AF
17.61 Kg AS



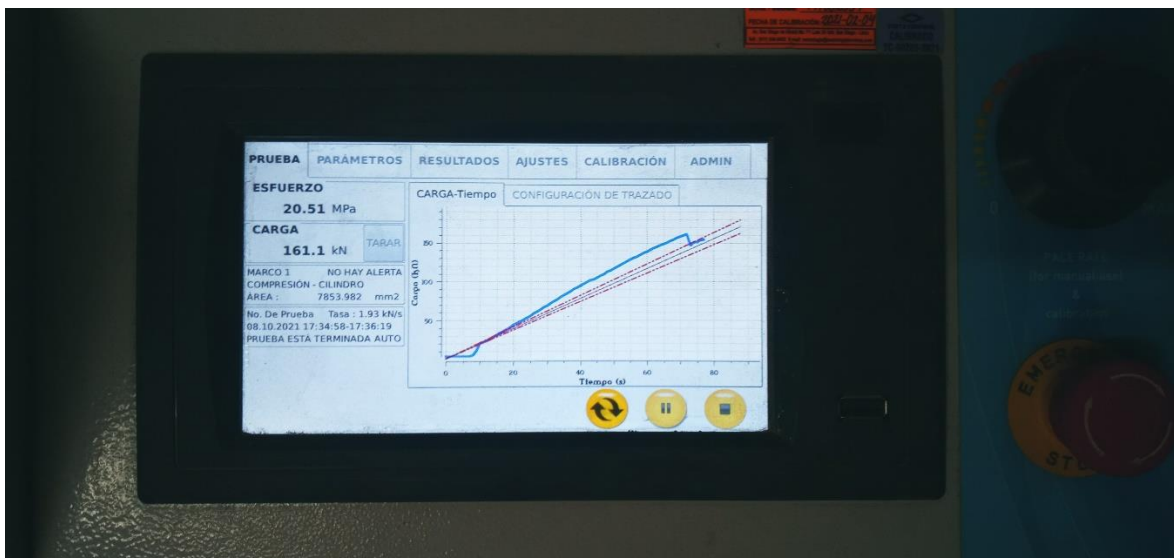
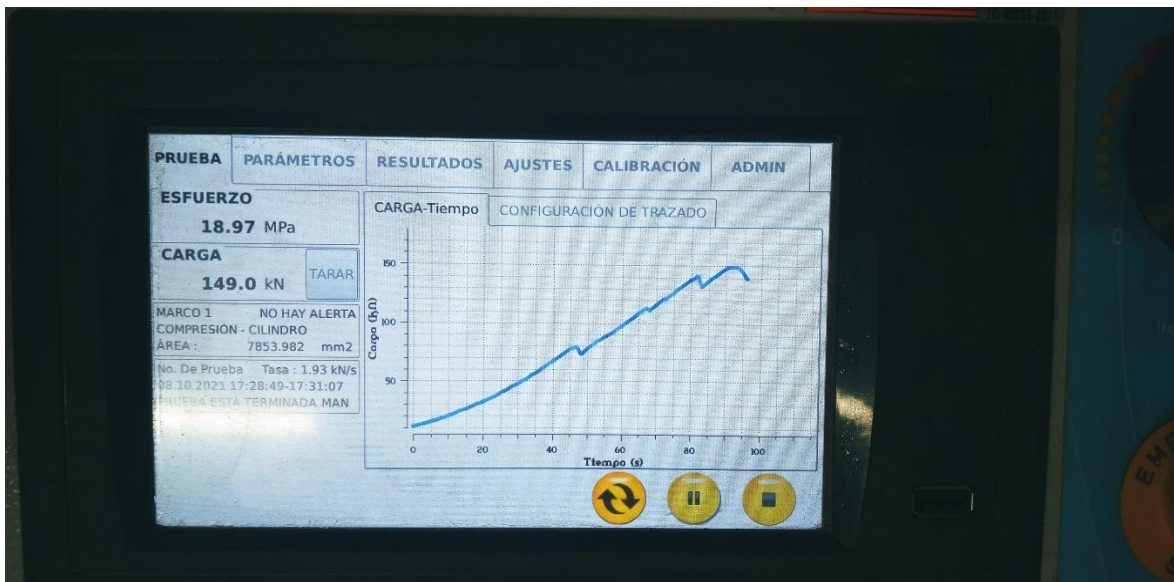














FORMULARIO DE LABORATORIO
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO
 Empresa: SAVALCOY (CERROS ENCANTADOS)
 Proyecto: 088-10-21
 Fecha de Emisión: 08-10-21

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
 ASTM C39 - MTP 238.124

A) INFORMACIÓN GENERAL:
 Tipo de muestra: Muestrado Muestrado Perforado
 Distribución: Agiluz Agiluz
 Resistencia de diseño: 20
 Velocidad de carga: 20

B) COMPRESIÓN DE PROBETAS:

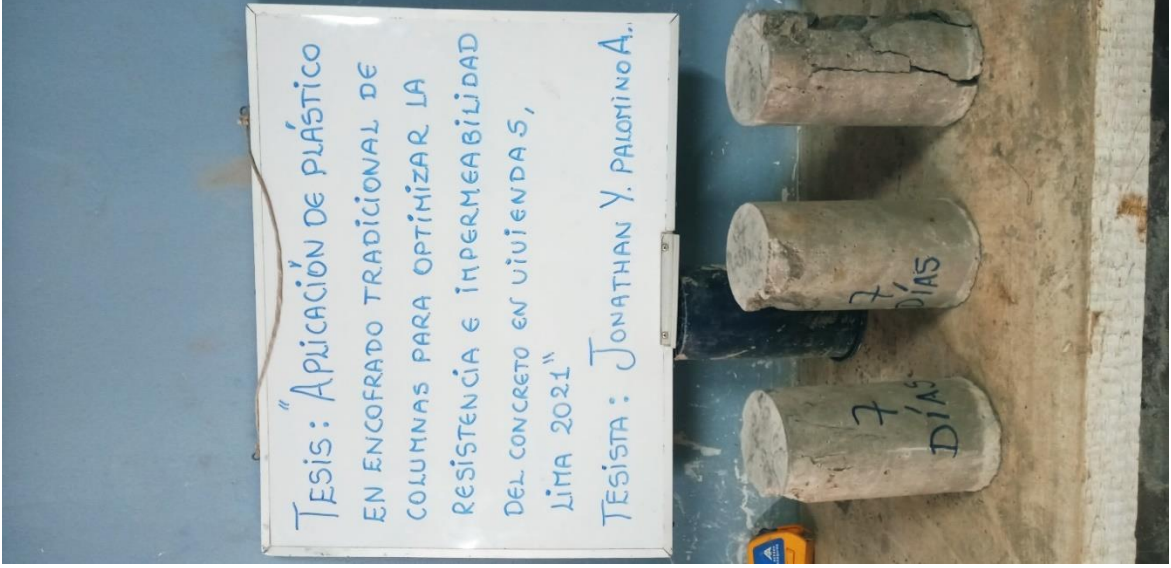
IDENTIFICACION DE PROBETA	FECHA DE VOTADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	LONGITUD PROMEDIO (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	Tipo de Rotura
7 días (1)	30-09-21	08-09-21	7	10	20	134.10	5
14 días (2)	30-09-21	08-09-21	7	10	20	119.00	3
28 días (3)	30-09-21	08-09-21	7	10	20	161.1	3

C) ALCANCES DEL ENSAYO:

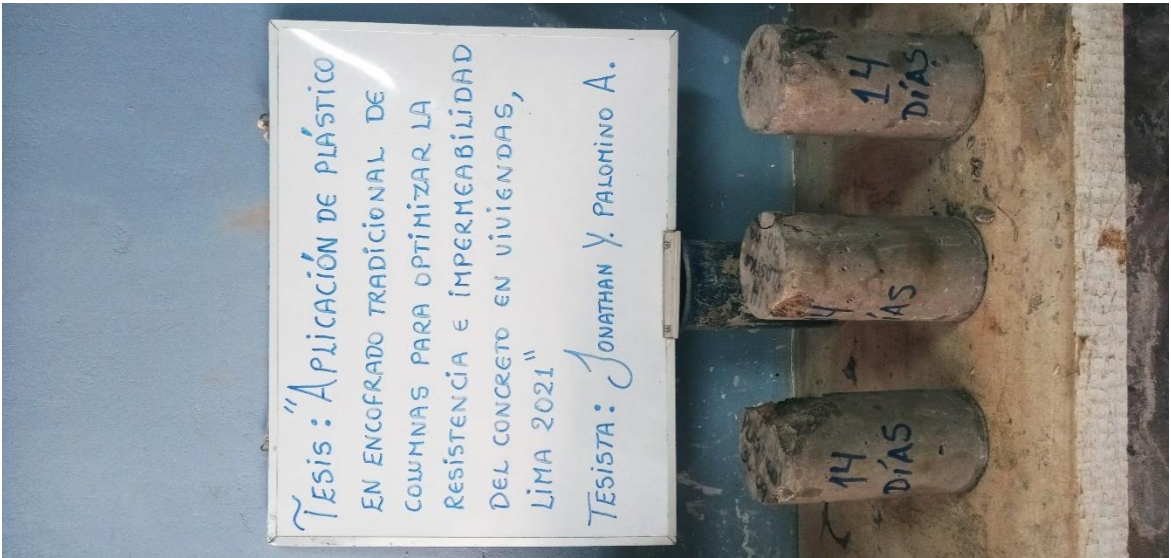
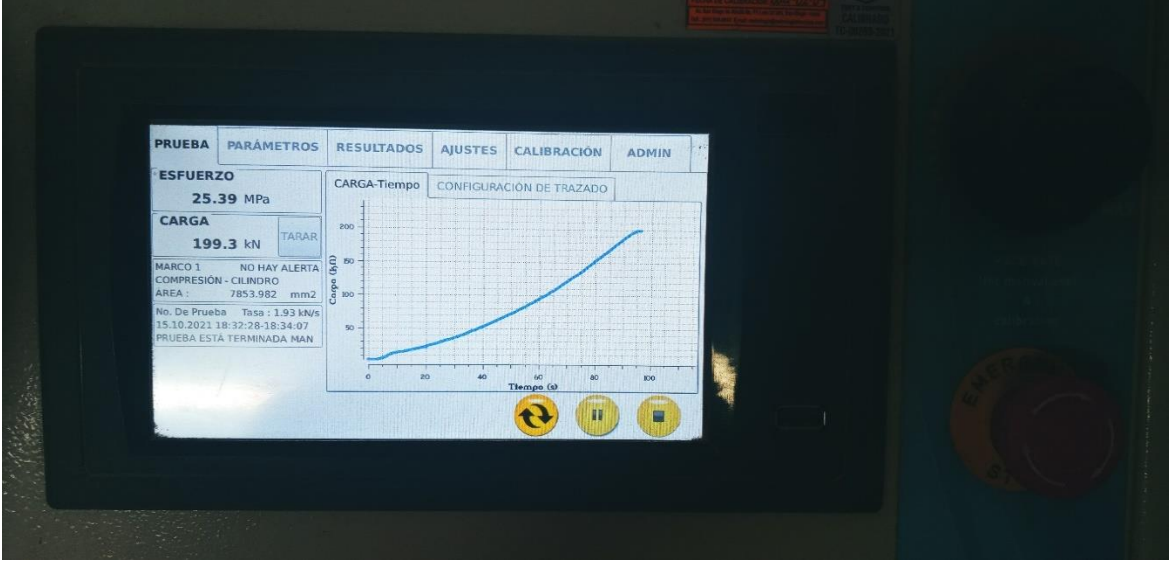
MODOS/TIPOS DE FALLA:

Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4	Modo 5	Modo 6
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LD = 1.6 - 2.2
 Velocidad de carga recomendada = 2.55 kg/cm²







M INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
CONCRETO CILINDRICO
 Laboratorio: **ABY**
 Fecha de Emisión: **15-06-21**
TESTES APILACIONES DE PLASTICO
 RESISTENCIA A LA COMPRESION
 ASTM C39 - 10F 230 314

A INFORMACION GENERAL:
 Tipo de muestra: Muestreo Activo Pasivo
 Distribución: **2.10** Igual Diferente
 Presencia de agua: **2.20** Si No

B) COMPRESION DE PROBETAS:

IDENTIFICACION DE LA PRUEBA	FECHA DE REALIZACION	FECHA DE RECEPCION	FECHA DE ENVIO AL LABORATORIO	FECHA DE RECEPCION EN EL LABORATORIO	FECHA DE REALIZACION DE LA PRUEBA	FECHA DE RECEPCION DE LOS RESULTADOS	Tipo de Bases
Plástico 4	10-05-21	12-05-21	10-05-21	12-05-21	12-05-21	12-05-21	5
Plástico 2	10-05-21	12-05-21	10-05-21	12-05-21	12-05-21	12-05-21	6
Plástico 3	10-05-21	12-05-21	10-05-21	12-05-21	12-05-21	12-05-21	5

C) CALIBRACION DEL ENSAYO:
 MODOS DE DEFORMACION: Modo 1 Modo 2 Modo 3 Modo 4 Modo 5 Modo 6 Modo 7 Modo 8 Modo 9

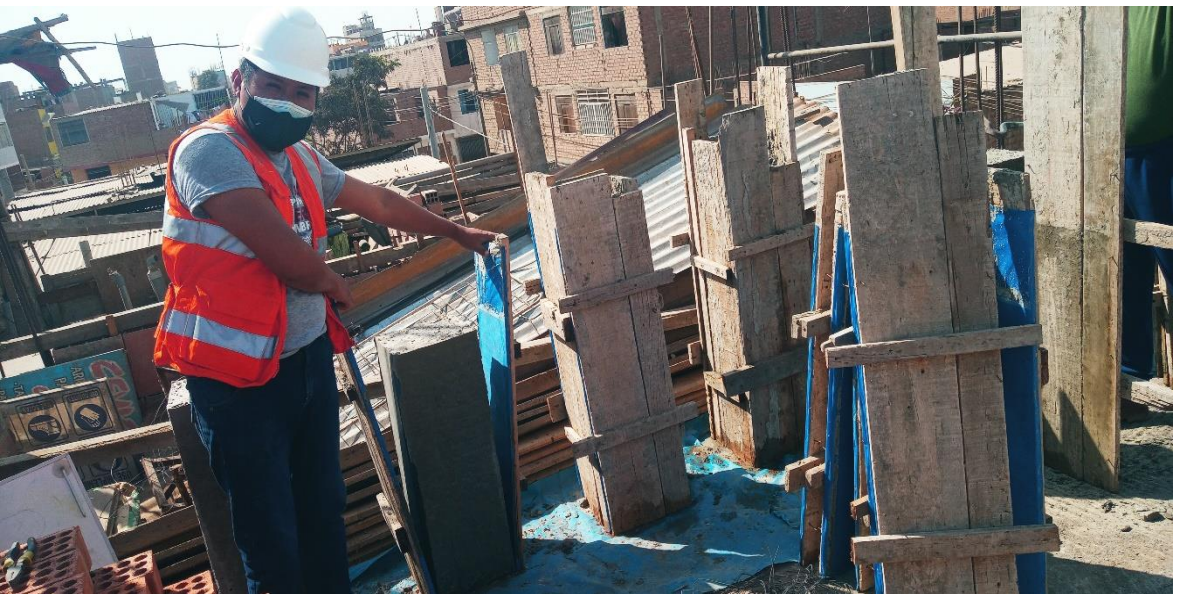
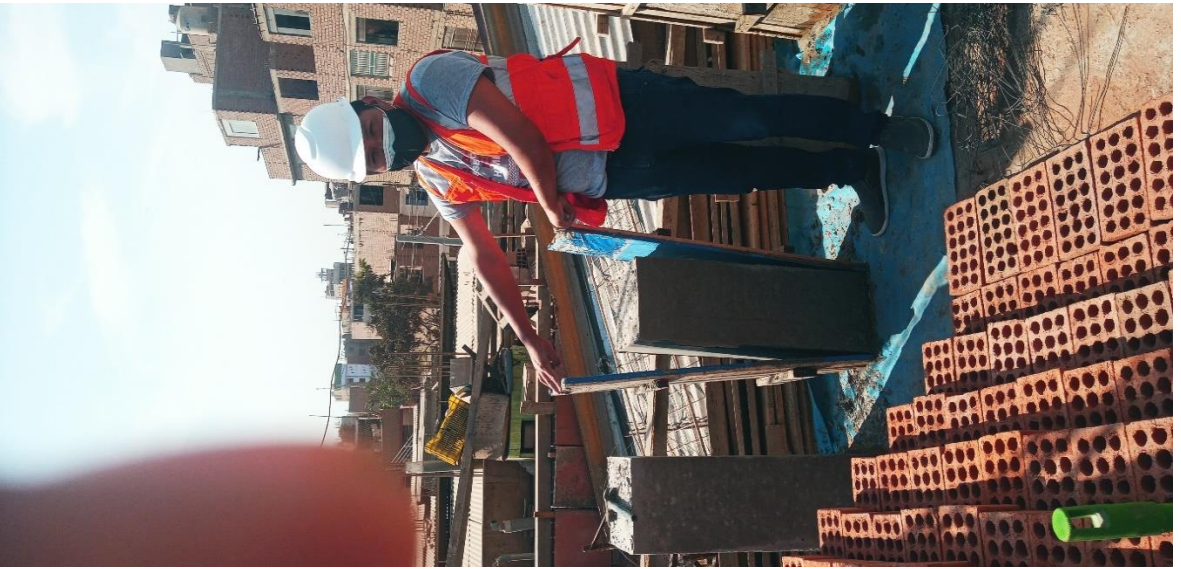
LD = 1.4 - 2.3
 Volumen de carga normalizado = 2.55 kg/cm²







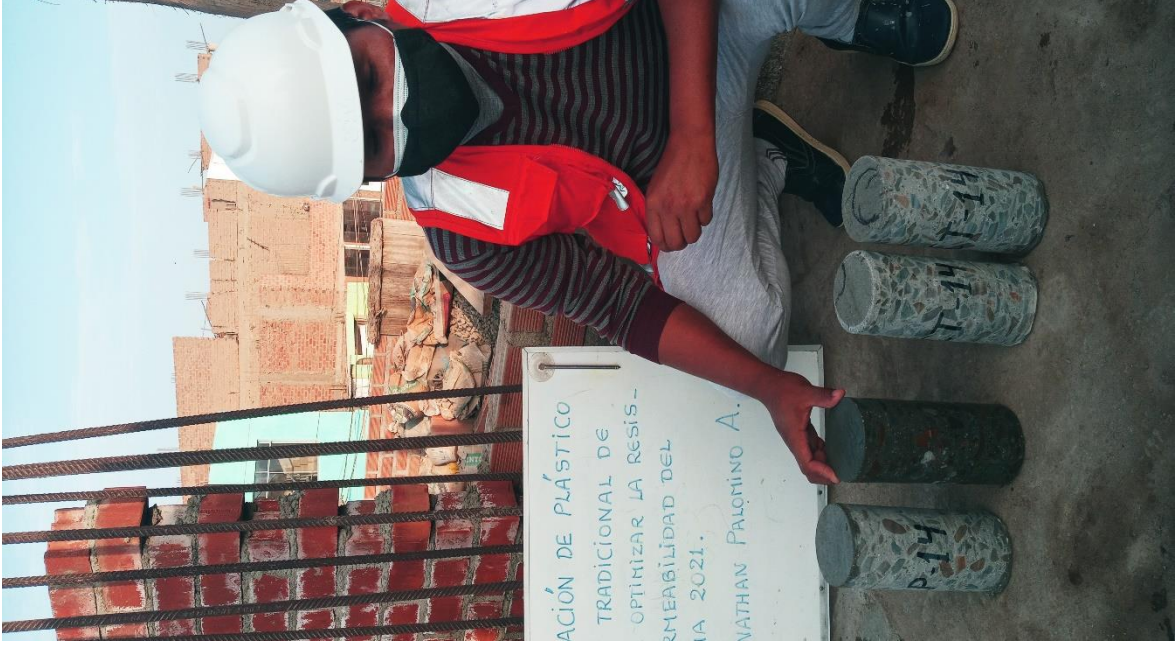


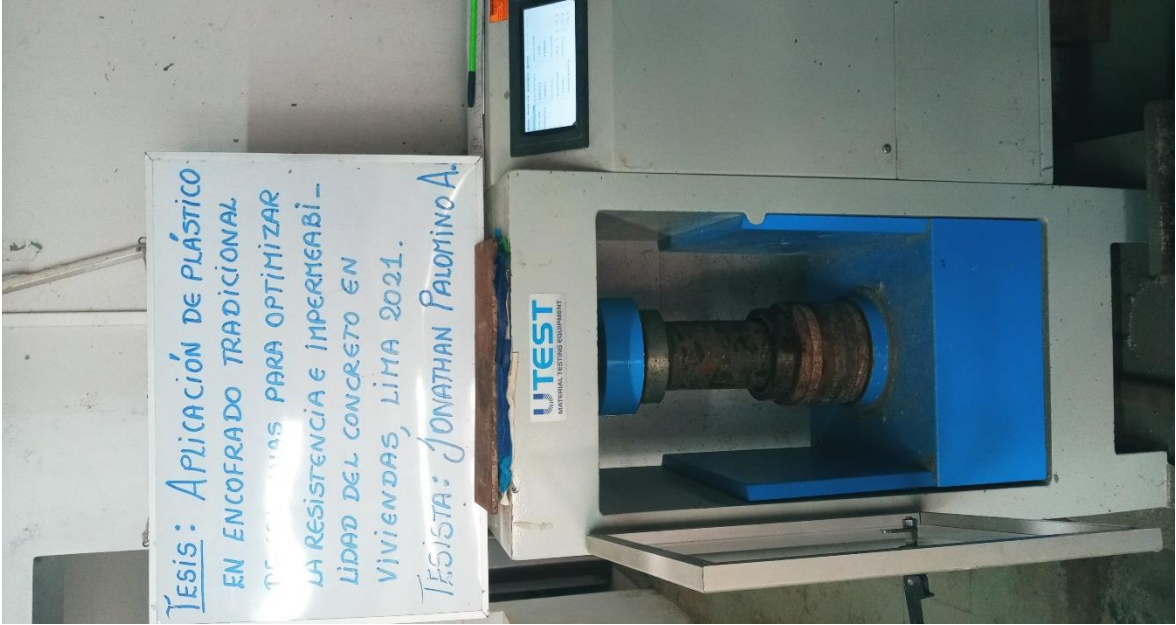


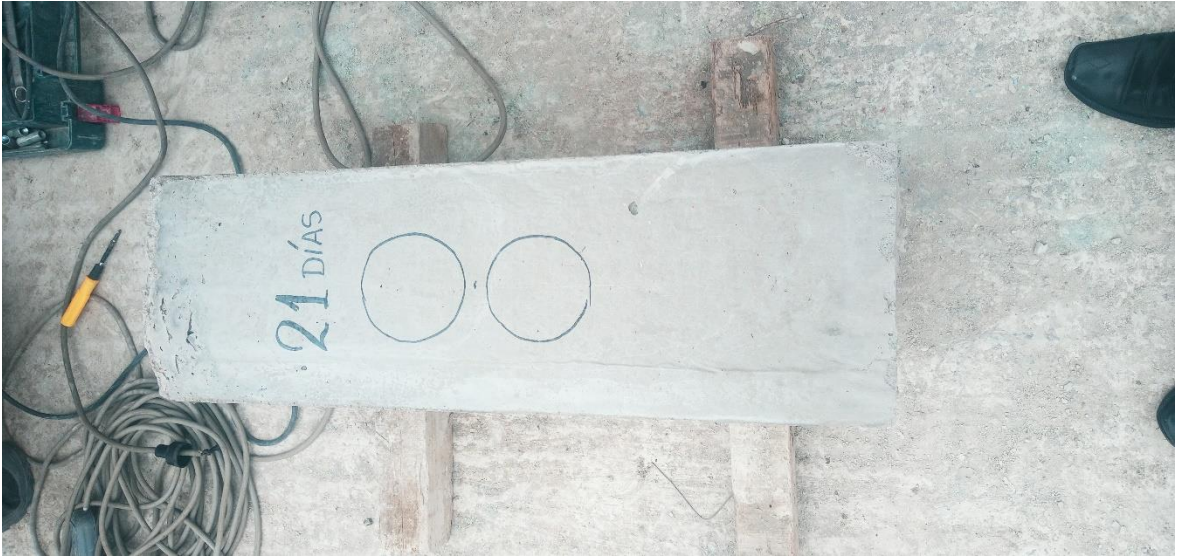
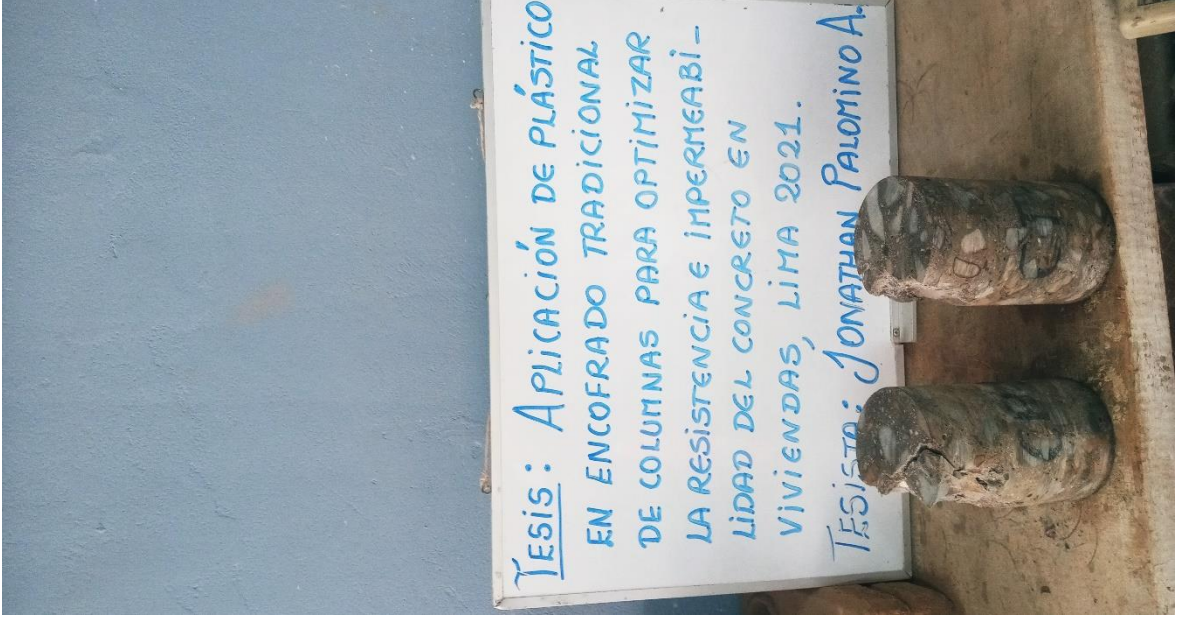










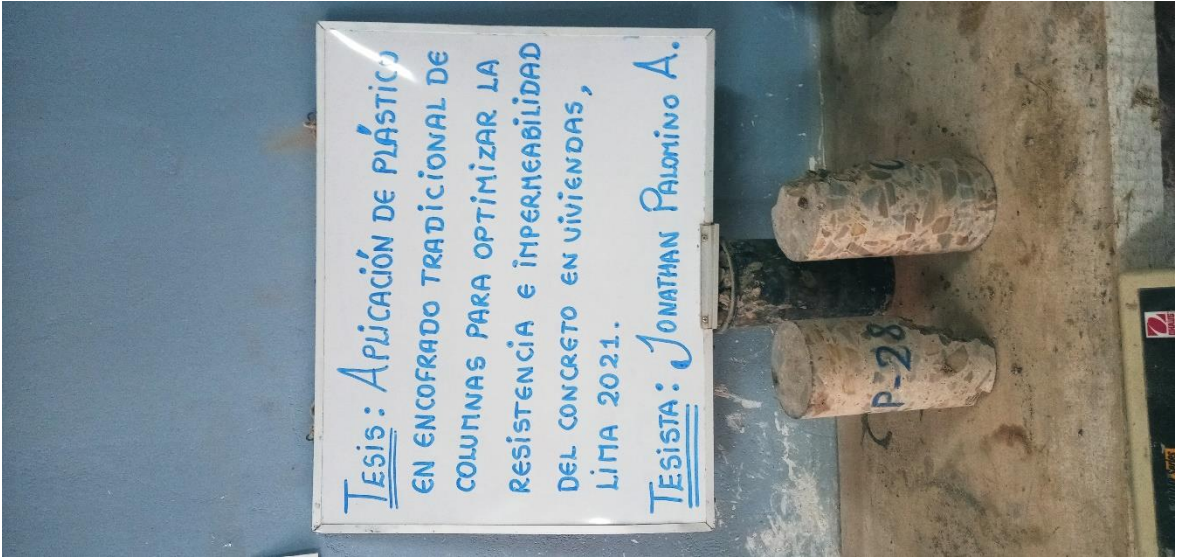


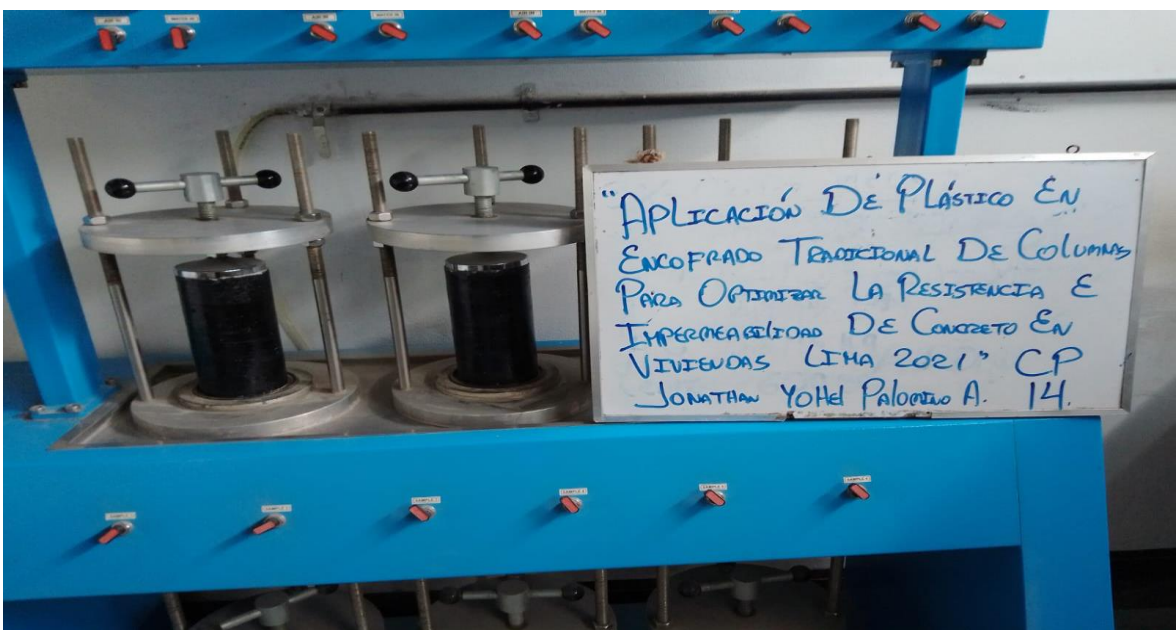




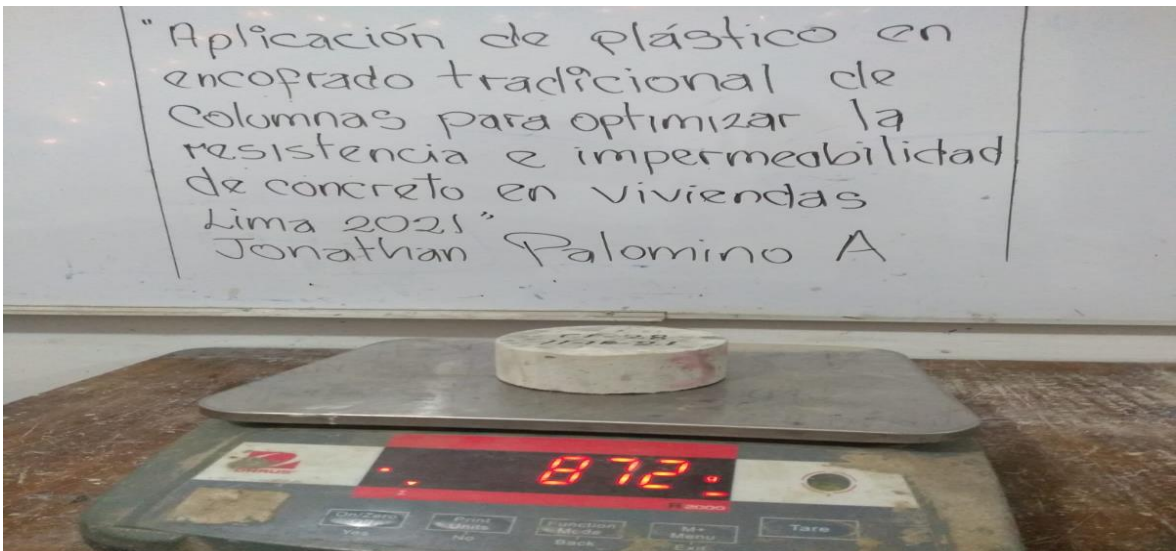












Granulometría agregado grueso.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136			

PROYECTO : APLICACIÓN DE PLÁSTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021.
SOLICITANTE : JONATHAN YOHEL PALOMINO ASTETE
UBICACIÓN : LIMA
EXPEDIENTE N° : 226

Cantera : Trapiche **Aprobado por:** GCM
Material : Agregado Grueso **Ensayado por:** CJRT
N° Muestra : M-02 **Fecha de ensayo:** 08/09/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO
ASTM C136

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

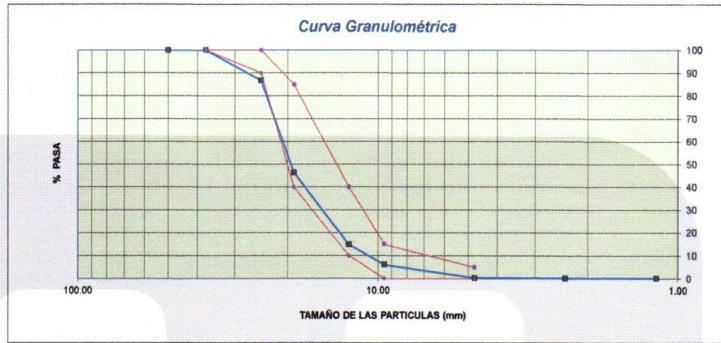
Método de preparación de muestra : Seco a horno
Método de tamizado : Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo : 9444.0 gr. **Contenido de Humedad** : 0.2 %
Peso inicial seco : 9421.0 gr. **Tamaño máximo nominal** : 1"
Módulo de finura : 7.46

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso	
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	24.50	1248.0	13.25	13.25	86.75	90	100
3/4"	19.05	3800.0	40.34	53.58	46.42	40	85
1/2"	12.50	2972.0	31.55	85.13	14.87	10	40
3/8"	9.53	833.0	8.84	93.97	6.03	0	15
N° 04	4.75	531.0	5.64	99.61	0.39	0	5
N° 08	2.38	13.0	0.14	99.75	0.25		
N° 16	1.18	2.0	0.02	99.77	0.23		
FONDO		22.00	0.23	100.00	0.00		

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:
 * Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

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

Peso específico compactado y suelto agregado fino.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			

PROYECTO	: APLICACIÓN DE PLÁSTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021.		
SOLICITANTE	: JONATHAN PALOMINO ASTETE		
UBICACIÓN	: LIMA		
EXPEDIENTE N°	: 226		
Cantera	: Trapiche	Aprobado por:	GCM
Material	: Agregado Fino	Ensayado por:	CJRT
N° Muestra	: M-01	Fecha de ensayo:	08/09/2021

PESO UNITARIO PARA AGREGADOS
ASTM C29

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método A (PUC, TMN<1 /2")
Recipiente utilizado R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	20.11	20.11	20.14
2	Peso del Recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	kg	15.01	15.01	15.04
4	Volumen del Molde	m ³	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1575.34	1575.45	1578.38

PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1576
--	-------------


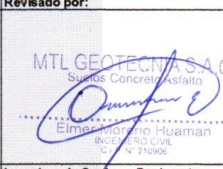
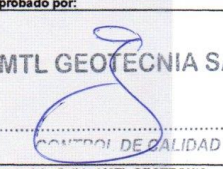
B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
Recipiente utilizado R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	18.00	17.94	17.96
2	Peso del Recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	kg	12.91	12.84	12.86
4	Volumen del Molde	cm ³	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1354.35	1347.53	1349.74

PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1351
--	-------------

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

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

Peso específico compactado y suelto agregado grueso.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

Material Testing Laboratory	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			

PROYECTO : APLICACIÓN DE PLÁSTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021.
SOLICITANTE : JONATHAN YOHEL PALOMINO ASTETE
UBICACIÓN : LIMA
EXPEDIENTE N° : 226

Cantera : Trapiche **Aprobado por:** GCM
Material : Agregado grueso **Ensayado por:** CJRT
N° Muestra : M-02 **Fecha de ensayo:** 09/09/2021

PESO UNITARIO PARA AGREGADOS
ASTM C29

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método B (PUC, TMN > 1/2")
Recipiente utilizado R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	19.62	19.64	19.67
2	Peso del Recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	kg	14.52	14.55	14.57
4	Volumen del Molde	m ³	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1523.50	1526.34	1528.75

PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1526
--	-------------

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
Recipiente utilizado R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	18.40	18.38	18.45
2	Peso del Recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	kg	13.30	13.29	13.35
4	Volumen del Molde	cm ³	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1395.59	1394.02	1401.26

PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1397
--	-------------

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

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

Peso específico y absorción agregado fino.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-004.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C128			
PROYECTO : APLICACIÓN DE PLÁSTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021. SOLICITANTE : JONATHAN YOHEL PALOMINO ASTETE UBICACIÓN : LIMA EXPEDIENTE N° : 228			
Cantera : Trapiche Material : Agregado fino N° Muestra : M-01		Aprobado por: GCM Ensayado por: GCM Fecha de ensayo: 09/09/2021	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS ASTM C128			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de Muestra Seca	gr	491.30	/
2	Peso de fiola + Agua	gr	835.40	
3	Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr	945.40	
4	Peso de Muestra SSS	gr	500.00	
5	Peso Especifico de la Masa (SSS)	gr/cc	2.63	
6	Peso Especifico de la Masa (OD)	gr/cc	2.59	
7	Absorción	%	1.80	

B) PESO ESPECÍFICO:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.63
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	2.59

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	1.80
---------------	------

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

 MTL GEOTECNIA SAC LABORATORIO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA SAC Suelos, Concreto, Asfalto Limer Moisés Huáman INGENIERO CIVIL C.O.P. N° 210908	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Peso específico y absorción agregado grueso.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-003.01
		Revisión	3
		Aprobado por	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C127			
PROYECTO	: APLICACIÓN DE PLÁSTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021.		
SOLICITANTE	: JONATHAN YOHEL PALOMINO ASTETE		
UBICACIÓN	: LIMA		
EXPEDIENTE N°	: 228		
Cartera	: Trapice	Aprobado por:	GCM
Materia	: Agregado grueso	Ensayado por:	GCM
N° Muestra	: M-02	Fecha de ensayo:	09/09/2021
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS ASTM C127			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr	1770.00	1789.00
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr	2846.00	2845.00
3	Peso de la Muestra Seca	gr	2826.00	2827.00
4	Peso específico de Masa (SSS)	gr/cc	2.64	2.64
5	Peso específico de Masa (OD)	gr/cc	2.63	2.63
6	Absorción	%	0.71	0.64

B) GRAVEDAD ESPECÍFICA:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S. S. S	gr/cc	2.64
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2.63

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	0.67
---------------	------

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

Elaborado por: Eimer Moreno Huamani INGENIERO CIVIL C. N.º 219936	Revisado por: Eimer Moreno Huamani INGENIERO CIVIL C. N.º 219936	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA SAC
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Diseño de mezcla teórico.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	JONANTAN YOHEL PALOMINO ASTETE
OBRA	APLICACIÓN DE PLÁSTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021.
UBICACION	Lima
Fecha de ensayo: 30/09/2021	

DISEÑO TEÓRICO - f _c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	3.10	1.6	1.8	1351.0	1576.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.64	7.46	0.2	0.7	1397.0	1526.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3-4"	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			1"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.560		
4	AGUA			193		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			1.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.37		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO						
	Volumen absoluto del cemento		344.84	Kg/m ³	8.1	Bis/m ³
	Volumen absoluto del Agua			0.1830	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0150	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.318
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3116	m ³ /m ³	0.682
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3699	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			345	Kg/m ³	
	AGUA			193	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			820	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			977	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO			833.2	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			978.6	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.20	Lts/m ³	
	AGREGADO GRUESO			0.47	Lts/m ³	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			6.2	Lts/m ³	
				199.2	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			355.77	Kg/m ³	
	AGUA			199.23	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			833.25	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			978.59	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (44 lt.)						
	CEMENTO			4.98	Kg	0.014
	AGUA			2.79	Lts	
	AGREGADO FINO			11.67	Kg	
	AGREGADO GRUESO			13.70	Kg	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						
	C			1.0		
	A.F			2.34		
	A.G			2.75		
	H2o			23.8		
PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
	C			1.0		
	A.F			2.60		
	A.G			2.95		
	H2o			23.8		

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

Diseño de mezcla real.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JONANTAN YOHEL PALOMINO ASTETE
OBRA	: APLICACION DE PLASTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021.
UBICACION	: Lima
	Fecha de ensayo: 30/09/2021

DISEÑO - REAL f'c 210 kg/cm ²							
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCION %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	3.10	1.6	1.8	1351.0	1578.0	
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.84	7.46	0.2	0.7	1397.0	1526.0	
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE							
A) VALORES DE DISEÑO							
1	ASENTAMIENTO			3-4"	µg		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			1"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.580			
4	AGUA			242.5			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			1.5			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.37			
B) ANÁLISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO			433.04	Kg/m ³	10.2	Bis/m ³	
Volumen absoluto del cemento			0.1388	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Agua			0.2425	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Aire			0.0150	m ³ /m ³			0.396
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS							
Volumen absoluto del Agregado fino			0.2338	m ³ /m ³		0.604	
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3699	m ³ /m ³			
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO			433	Kg/m ³			
AGUA			243	L/m ³			
AGREGADO FINO			515	Kg/m ³			
AGREGADO GRUESO			977	Kg/m ³			
D) PESO DE MEZCLA							
CORRECCIÓN POR HUMEDAD			2267	Kg/m ³			
AGREGADO FINO HUMEDO			625.12	Kg/m ³			
AGREGADO GRUESO HUMEDO			978.6	Kg/m ³			
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO			0.20	%	1.2	Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO			0.47	%	4.8	Lts/m ³	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					248.3	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO			443.43	Kg/m ³			
AGUA			248.32	Lts/m ³			
AGREGADO FINO			625.12	Kg/m ³			
AGREGADO GRUESO			978.59	Kg/m ³			
G) PESO DE MEZCLA							
CANTIDAD DE MATERIALES (18 l.)							
CEMENTO			7.98	Kg			
AGUA			4.470	Lts			
AGREGADO FINO			11.25	Kg			
AGREGADO GRUESO			17.61	Kg			
PORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0	C	1.0				
A.F	1.41	A.F	1.57				
A.G	2.21	A.G	2.37				
H2O	23.8	H2O	23.8				

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

Resultados compresión probetas de diseño de mezcla.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

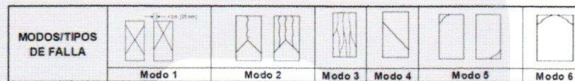
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO	Código	FOR-LAB-CON-001.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034			
PROYECTO : APLICACIÓN DE PLÁSTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021. SOLICITANTE : JONATHAN YOHEL PALOMINO ASTETE UBICACIÓN : LIMA EXPEDIENTE N° : 226			
Cantera : Agregados (Trapiche) Material : N° Muestra :		Aprobado por: GCM Ensayado por: GCM Fecha de ensayo: 30/09/2021	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034			

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado
Dotificación: Patrón
Resistencia de Diseño: 210 kgf/cm²
Velocidad de carga: 2.55 kgf/cm²

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	L/D	ÁREA cm ²	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 a 6)	F.C. (LR)	ESFUERZO kg/cm ²	Fc Diseño kg/cm ²	% F.c
7 DIAS											
PATRON	30/09/2021	7/10/2021	7	2.0	78.5	13756.0	5	1.00	175.1	210.0	83.4
PATRON	30/09/2021	7/10/2021	7	2.0	78.5	15193.8	5	1.00	193.5	210.0	92.1
PATRON	30/09/2021	7/10/2021	7	2.0	78.5	16427.6	3	1.00	209.2	210.0	99.6
14 DIAS											
PATRON	30/09/2021	14/10/2021	14	2.0	78.5	20322.9	5	1.00	258.8	210.0	123.2
PATRON	30/09/2021	14/10/2021	14	2.0	78.5	17957.2	6	1.00	228.6	210.0	108.9
PATRON	30/09/2021	14/10/2021	14	2.0	78.5	14378.0	5	1.00	183.1	210.0	87.2
28 DIAS											
PATRON	30/09/2021	28/10/2021	28	2.0	78.5	20017.0	5	1.00	254.9	210.0	121.4
PATRON	30/09/2021	28/10/2021	28	2.0	78.5	19385.0	5	1.00	246.8	210.0	117.5
PATRON	30/09/2021	28/10/2021	28	2.0	78.5	20384.0	5	1.00	259.5	210.0	123.6



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 * Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

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

Resultados compresión de testigos diamantinos.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

Materia: Laboratorio LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-LAB-CON-001.01
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO		Revisión	2
			Aprobado	CC-MTL
			Fecha	22/08/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034				

PROYECTO : APLICACIÓN DE PLÁSTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021.
 SOLICITANTE : JONATHAN YOHEL PALOMINO ASTETE
 UBICACIÓN : LIMA
 EXPEDIENTE N° : 226

Cartera : Agregados (Trapiche) Aprobado por: GCM
 Material : - Ensayado por: GCM
 N° Muestra : - Fecha de ensayo: 30/09/2021

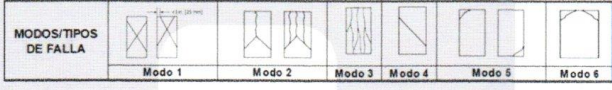
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C39 - NTP 339.034

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Núcleo Perforado
 Dosificación: Patrón
 Resistencia de Diseño: 210 kgf/cm²
 Velocidad de carga: 2.55 kgf/cm²

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	L/D	ÁREA cm ²	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 al 6)	F C (L/D)	ESFUERZO kgf/cm ²	Fc Diseño kgf/cm ²	% Fc
14 DIAS											
CT - 14	14/10/2021	28/10/2021	14	2.0	77.0	13245.9	6	1.00	172.1	210.0	81.9
CP - 14	14/10/2021	28/10/2021	14	2.0	77.0	13794.5	6	1.00	179.2	210.0	85.3
21 DIAS											
CT - 21	14/10/2021	4/11/2021	21	2.0	77.0	14693.9	5	1.00	190.9	210.0	90.9
CP - 21	14/10/2021	4/11/2021	21	2.0	77.0	15295.5	5	1.00	198.7	210.0	94.6
28 DIAS											
CT - 28	14/10/2021	11/11/2021	28	2.0	77.0	18670.7	6	1.00	242.5	210.0	115.5
CP - 28	14/10/2021	11/11/2021	28	2.0	77.0	21923.6	6	1.00	284.8	210.0	135.6



OBSERVACIONES:
 * Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 * Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JEFE DE LABORATORIO	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Resultados permeabilidad CT-14.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	21/09/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	18/11/2021
SOLICITANTE	: Jonathan Yoheí Palomino Astete		
TESIS	: Aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.		
UBICACIÓN	: Lima, Perú		

Diseño : 0.66 - CT14
 Diámetro : 0.10
 Presión aplicado : 0.5 Mpa
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra	Área transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c = 0.66						
1	0.203	0.008	345600	2.02	0.058	1.96E-12	1.79E-12
2	0.202	0.008	345600	2.38	0.049	1.65E-12	
3	0.202	0.008	345600	2.38	0.052	1.86E-12	
4	0.202	0.008	345600	2.39	0.045	1.40E-12	
5	0.202	0.008	345600	2.41	0.053	1.95E-12	
6	0.203	0.008	345600	2.44	0.052	1.91E-12	

k = coeficiente de permeabilidad en m/s
 D = profundidad de penetración en m
 T = tiempo para penetrar en días en s
 h = cabeza de presión en m
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

OBSERVACIONES:

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

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

Resultados permeabilidad CT-21.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	21/20/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTC 4463

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jonathan Yohei Palomino Astete
TESIS	: Aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.
UBICACIÓN	: Lima, Perú

Fecha de emisión: 18/11/2021

Diseño : 0.66 - CT21
 Diámetro : 0.10
 Presión aplicado : 0.5 Mpa
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c = 0.66							
1	0.201	0.008	345600	2.02	0.049	1.40E-12	1.73E-12
2	0.201	0.008	345600	2.38	0.049	1.65E-12	
3	0.203	0.008	345600	2.38	0.055	2.08E-12	
4	0.202	0.008	345600	2.39	0.052	1.87E-12	
5	0.201	0.008	345600	2.41	0.051	1.81E-12	
6	0.202	0.008	345600	2.44	0.047	1.56E-12	

k = coeficiente de permeabilidad en m/s
 D = profundidad de penetración en m
 T = tiempo para penetrar en días en s
 h = cabeza de presión en m
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

OBSERVACIONES:

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

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

Resultados permeabilidad CT-28.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CC-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	21/09/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jonathan Yohel Palomino Astete
TESIS	: Aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.
UBICACIÓN	: Lima, Perú

Fecha de emisión: 18/11/2021

Diseño : 0.66 - CT28
 Diámetro : 0.10
 Presión aplicado : 0.5 Mpa
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c = 0.66							
1	0.202	0.008	345600	2.02	0.036	7.57E-13	1.58E-12
2	0.203	0.008	345600	2.38	0.039	1.05E-12	
3	0.203	0.008	345600	2.38	0.056	2.16E-12	
4	0.203	0.008	345600	2.39	0.059	2.41E-12	
5	0.202	0.008	345600	2.41	0.049	1.67E-12	
6	0.203	0.008	345600	2.44	0.045	1.43E-12	

k = coeficiente de permeabilidad en m/s
 D = profundidad de penetración en m
 T = tiempo para penetrar en días en s
 h = cabeza de presión en m
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

OBSERVACIONES:

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

 MTL GEOTECNIA SAC Suelos, Concreto, Asfalto Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA SAC Suelos, Concreto, Asfalto Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	---

Resultados permeabilidad CP-14.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	21/20/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jonathan Yohel Palomino Astete
TESIS	: Aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.
UBICACIÓN	: Lima, Perú
Fecha de emisión: 18/11/2021	

Diseño : 0.66 - CP14
 Diámetro : 0.10
 Presión aplicado : 0.5 Mpa
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c = 0.66							
1	0.201	0.008	345600	2.10	0.052	1.64E-12	1.60E-12
2	0.201	0.008	345600	2.00	0.050	1.45E-12	
3	0.202	0.008	345600	2.20	0.050	1.59E-12	
4	0.202	0.008	345600	2.40	0.048	1.60E-12	
5	0.202	0.008	345600	2.30	0.050	1.66E-12	
6	0.202	0.008	345600	2.20	0.051	1.66E-12	

k = coeficiente de permeabilidad en m/s
 D = profundidad de penetración en m
 T = tiempo para penetrar en días en s
 h = cabeza de presión en m
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 \cdot T \cdot h}$$

OBSERVACIONES:

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

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

Resultados permeabilidad CP-21.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	21/20/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jonathan Yohe! Palomino Astete
TESIS	: Aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.
UBICACIÓN	: Lima, Perú
	Fecha de emisión: 18/11/2021

Diseño : 0.66 - CP21
 Diámetro : 0.10
 Presión aplicado : 0.5 Mpa
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
a/c = 0.66							
1	0.202	0.008	345600	2.10	0.039	9.24E-13	1.53E-12
2	0.203	0.008	345600	2.00	0.048	1.33E-12	
3	0.202	0.008	345600	2.20	0.057	2.07E-12	
4	0.201	0.008	345600	2.40	0.058	2.34E-12	
5	0.202	0.008	345600	2.30	0.048	1.41E-12	
6	0.202	0.008	345600	2.20	0.042	1.12E-12	

k = coeficiente de permeabilidad en m/s
 D = profundidad de penetración en m
 T = tiempo para penetrar en días en s
 h = cabeza de presión en m
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

OBSERVACIONES:

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

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

Resultados permeabilidad CP-28.



(511) 457 2237 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	21/20/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jonathan Yohef Palomino Astete
TESIS	: Aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021.
UBICACIÓN	: Lima, Perú
	Fecha de emisión: 21/10/2020

Diseño : 0.66 - CP28
 Diámetro : 0.10
 Presión aplicado : 0.5 Mpa
 Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima	Coefficiente de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
	a/c = 0.56						
1	0.201	0.008	345600	2.10	0.029	5.11E-13	1.52E-12
2	0.202	0.008	345600	2.00	0.037	7.92E-13	
3	0.201	0.008	345600	2.20	0.056	2.00E-12	
4	0.203	0.008	345600	2.40	0.057	2.28E-12	
5	0.202	0.008	345600	2.30	0.058	2.24E-12	
6	0.204	0.008	345600	2.20	0.046	1.35E-12	

k = coeficiente de permeabilidad en m/s
 D = profundidad de penetración en m
 T = tiempo para penetrar en días en s
 h = cabeza de presión en m
 v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 \cdot T \cdot h}$$

OBSERVACIONES:

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

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

Certificados de calibración de las máquinas de ensayo.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 13427 - 2021

Proforma : 4234A

Fecha de emisión : 2021-07-30

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Aso. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : PERU TEST
Modelo : PT-H78
N° de Serie : 468
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
TIPO DE INDICADOR : DIGITAL
Alcance : T.amb + 5 °C a 250 °C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Alcance : T.amb + 5 °C a 250 °C
Resolución : 1 °C
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2021-07-30

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,5 °C
Humedad Relativa	74,1 %hr	73,2 %hr
Volaje	221 V	222 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lt. Nicolás Ramos Posar
Gerente Técnico
CPF: 8166



Certificado de Calibración
TC - 13427 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con inserciones del orden desde 0,13 °C hasta 0,18 °C	LT - 0248 - 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
80 °C ± 0,5 °C	80	60 min	30 min	30 %	ENVASES DE ACERO

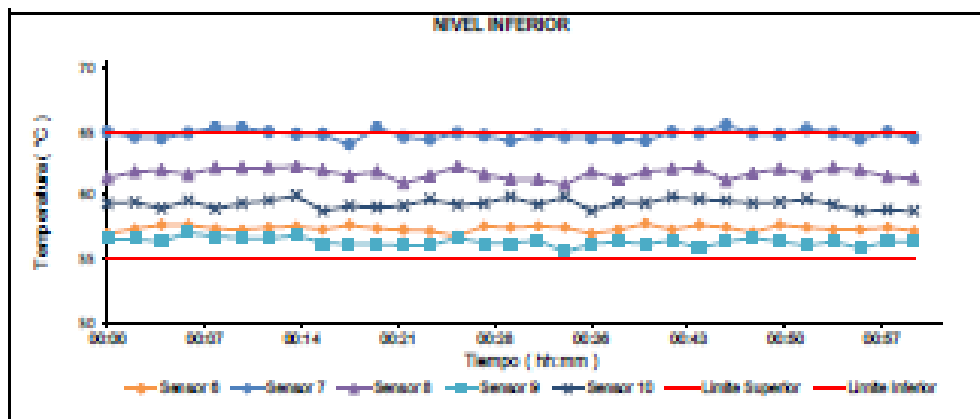
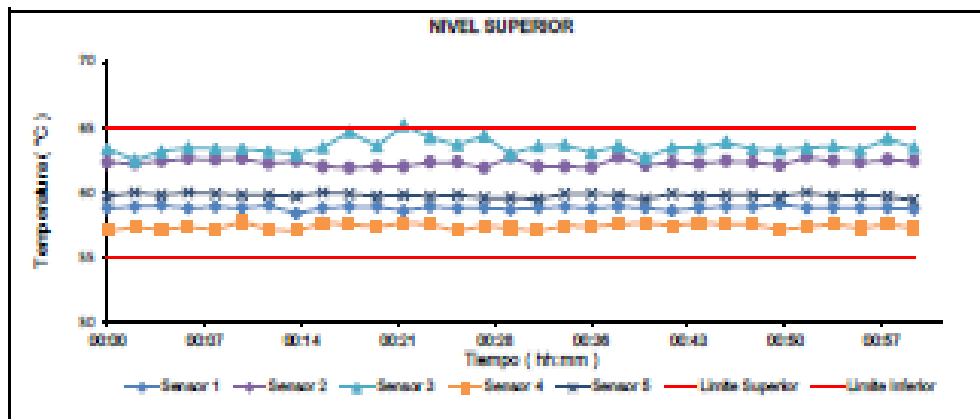
Tiempo (Minutos)	Temperatura Nominal (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	80	58,7	62,2	63,3	57,0	59,6	57,0	65,0	61,3	56,5	59,3	60,0	6,5
00:02	80	58,8	62,1	62,4	57,3	59,9	57,4	64,8	61,6	56,5	59,4	60,0	6,1
00:04	80	58,9	62,3	63,1	57,1	59,7	57,7	64,5	61,9	56,3	59,9	60,1	6,2
00:06	80	58,7	62,5	63,4	57,3	59,9	57,7	64,9	61,6	57,0	59,6	60,3	7,6
00:08	80	58,8	62,4	63,3	57,1	59,8	57,4	65,3	62,1	56,7	59,9	60,2	6,6
00:10	80	58,7	62,5	63,3	57,7	59,7	57,3	65,3	62,1	56,8	59,3	60,3	6,7
00:12	80	58,9	62,1	63,1	57,1	59,7	57,5	65,0	62,1	56,5	59,6	60,2	6,5
00:14	80	58,3	62,3	62,9	57,0	59,6	57,6	64,8	62,3	56,8	60,0	60,2	7,9
00:16	80	58,7	61,9	63,4	57,6	59,9	57,3	64,8	61,9	56,2	58,7	60,1	6,6
00:18	80	58,8	61,8	64,6	57,5	59,8	57,7	64,0	61,5	56,1	59,1	60,1	6,5
00:20	80	58,8	61,9	63,5	57,3	59,6	57,4	65,3	61,8	56,1	59,5	60,1	6,2
00:22	80	58,5	61,9	65,1	57,6	59,7	57,3	64,8	60,9	56,0	59,1	60,1	6,1
00:24	80	58,8	62,2	64,3	57,5	59,8	57,3	64,4	61,5	56,0	59,7	60,1	6,4
00:26	80	58,7	62,2	63,6	57,0	59,7	56,8	64,9	62,2	56,8	59,3	60,1	6,3
00:28	80	58,7	61,8	64,3	57,4	59,5	57,6	64,7	61,6	56,2	59,3	60,1	6,5
00:30	80	58,8	62,6	62,9	57,3	59,5	57,5	64,3	61,3	56,3	59,9	60,0	6,0
00:32	80	58,7	61,9	63,5	57,0	59,4	57,6	64,7	61,3	56,4	59,2	60,0	6,3
00:34	80	58,8	61,9	63,6	57,4	59,6	57,5	64,6	60,8	56,3	59,9	60,0	6,1
00:36	80	58,7	61,8	63,0	57,3	59,6	57,0	64,5	61,6	56,1	58,7	59,9	6,4
00:38	80	58,8	62,6	62,5	57,5	59,7	57,3	64,5	61,2	56,2	59,4	60,1	6,2
00:40	80	58,7	62,0	62,6	57,6	59,4	57,6	64,3	61,8	56,1	59,3	60,0	6,1
00:42	80	58,8	62,3	63,4	57,4	59,6	57,3	65,0	62,0	56,4	59,9	60,2	6,6
00:44	80	58,7	62,1	63,4	57,6	59,6	57,7	64,9	62,1	56,8	59,7	60,2	6,1
00:46	80	58,8	62,3	63,6	57,5	59,7	57,5	65,5	61,1	56,2	59,6	60,2	6,2
00:48	80	58,9	62,2	62,3	57,5	59,7	57,1	64,9	61,7	56,8	59,3	60,1	6,3
00:50	80	58,0	62,0	63,3	57,1	59,6	57,7	64,8	62,0	56,3	59,4	60,1	6,5
00:52	80	58,7	62,6	63,4	57,3	59,9	57,5	65,3	61,6	56,0	59,7	60,2	6,2
00:54	80	58,7	62,3	62,6	57,5	59,6	57,3	64,9	62,1	56,2	59,2	60,2	6,6
00:56	80	58,7	62,2	63,2	57,3	59,7	57,3	64,4	61,9	56,8	59,7	59,9	6,6
00:58	80	58,7	62,4	64,1	57,5	59,6	57,5	65,0	61,4	56,3	59,8	60,1	6,7
01:00	80	58,8	62,3	63,4	57,3	59,3	57,3	64,5	61,3	56,3	59,7	59,9	6,2
T. PROM	80,0	58,7	62,2	62,5	57,3	59,7	57,4	64,8	61,7	56,2	59,3	60,1	6,5
T. MAX	80,0	59,0	62,6	65,1	57,7	59,9	57,6	65,5	62,2	57,0	60,0	60,3	6,2
T. MIN	80,0	58,3	61,8	62,4	57,0	59,3	56,8	64,0	60,8	56,2	58,7	59,9	7,6
DTT	0,0	0,7	0,8	2,7	0,7	0,6	1,6	1,5	1,4	1,5	1,2	0,4	1,0



RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	55,5	0,3
Mínima Temperatura Medida	55,5	0,2
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,7	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	0,4	0,1
Estabilidad Medida (μ)	1,37	0,04
Uniformidad Medida	0,2	0,1

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo NO CUMPLE con los límites especificados de temperatura

Certificado de Calibración
TC - 13427 - 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 0.2 °C	110	60 min	60 min	30 %	ENVASES DE ACERO

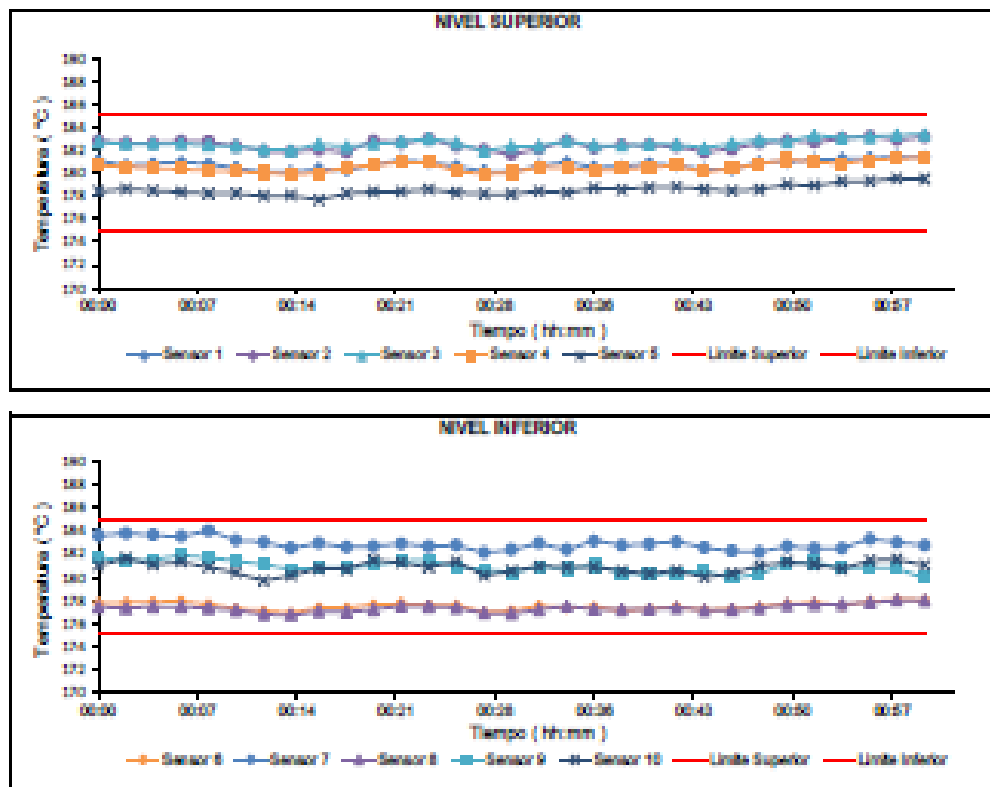
Tiempo (Minutos)	Temperatura (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	112.4	114.1	114.1	112.1	109.7	108.9	114.8	108.8	112.9	112.2	112.0	8.2
00:02	110	112.0	112.9	112.9	111.9	109.9	108.9	115.1	108.5	112.8	112.8	112.0	8.8
00:04	110	112.4	114.1	114.1	112.1	109.7	108.9	114.8	108.8	112.9	112.2	112.0	8.2
00:06	110	112.0	112.9	112.9	111.9	109.9	108.9	115.1	108.5	112.8	112.8	112.0	8.8
00:08	110	112.1	113.9	114.0	111.9	109.8	109.0	114.9	108.8	112.7	112.2	111.9	8.2
00:10	110	112.3	114.1	114.0	111.7	109.8	109.1	114.8	108.8	112.1	112.8	112.0	8.2
00:12	110	112.1	114.1	113.8	111.8	109.8	108.8	115.3	108.8	112.9	112.0	111.9	8.8
00:14	110	111.7	112.7	112.7	111.5	109.8	108.4	114.4	108.3	112.8	111.8	111.8	8.1
00:16	110	111.4	112.3	112.4	111.4	109.2	108.2	114.3	107.9	112.3	110.8	111.2	8.4
00:18	110	111.4	112.3	112.4	111.3	109.2	108.0	112.7	107.9	111.9	111.3	111.1	8.9
00:20	110	111.8	112.4	112.9	111.4	109.0	108.5	114.2	108.2	112.0	111.9	111.4	8.0
00:22	110	111.8	112.1	112.7	111.9	109.8	108.5	112.8	108.1	112.0	111.9	111.4	8.7
00:24	110	112.0	114.1	112.9	112.1	109.7	108.8	112.9	108.4	112.2	112.7	111.8	8.8
00:26	110	112.4	112.9	114.1	112.3	109.7	108.8	114.2	108.7	112.8	112.4	111.9	8.8
00:28	110	112.2	114.3	114.4	112.3	109.9	108.7	112.9	108.8	112.7	112.0	111.9	8.8
00:30	110	111.8	112.7	114.0	111.8	109.8	108.7	114.0	108.8	112.1	112.8	111.7	8.8
00:32	110	111.4	112.4	112.3	111.3	109.4	108.0	112.3	108.0	111.8	111.2	111.1	8.4
00:34	110	111.4	112.0	112.7	111.4	109.4	108.2	112.8	108.0	111.8	111.7	111.2	8.8
00:36	110	111.9	112.4	112.1	111.9	109.7	108.8	114.2	108.3	112.1	112.1	111.8	8.8
00:38	110	112.2	114.1	114.2	111.9	109.8	108.4	112.8	108.8	111.9	112.1	111.7	8.8
00:40	110	111.8	112.5	112.8	111.8	110.0	108.8	114.4	108.4	112.2	112.0	111.8	8.0
00:42	110	111.8	112.8	112.8	111.7	109.9	108.2	114.0	108.2	111.8	111.7	111.8	8.8
00:44	110	112.1	112.7	112.9	111.9	110.0	108.4	114.3	108.4	111.4	111.8	111.8	8.7
00:46	110	111.9	112.8	112.9	112.0	110.1	108.5	114.2	108.5	111.8	111.7	111.8	8.8
00:48	110	111.8	112.1	112.8	111.5	109.9	108.3	112.8	108.3	111.7	111.1	111.2	8.8
00:50	110	111.8	112.4	114.0	111.8	109.8	108.2	112.5	108.3	111.1	111.8	111.2	8.7
00:52	110	112.2	112.9	114.3	112.2	109.9	108.5	112.4	108.5	111.8	112.2	111.7	8.8
00:54	110	112.3	114.2	114.1	112.8	110.2	108.8	112.9	108.8	112.4	112.8	112.0	8.4
00:56	110	112.4	114.0	114.7	112.4	110.2	108.9	112.7	108.8	112.5	112.3	112.0	8.9
00:58	110	112.5	114.4	114.5	112.2	110.8	108.7	112.7	108.8	112.0	111.9	111.9	8.8
01:00	110	112.8	114.8	114.8	112.5	110.8	109.0	114.5	109.0	112.1	112.8	112.2	8.8
T. PROM	112.0	112.0	112.8	112.9	111.9	109.8	108.8	114.2	108.4	112.2	112.0	111.7	8.9
T. MAX	112.0	112.8	114.8	114.7	112.8	110.8	109.1	115.3	109.0	112.1	112.8	112.2	8.8
T. MIN	110.0	111.4	112.0	112.3	111.3	109.0	108.0	112.3	107.9	111.1	110.8	111.1	8.4
DTT	8.8	1.2	1.8	1.4	1.3	1.8	1.1	1.9	1.1	2.8	2.8	1.1	1.8



RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	184,1	0,3
Mínima Temperatura Medida	178,7	0,3
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,0	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	5,8	0,1
Estabilidad Medida (a)	1,00	0,04
Uniformidad Medida	6,7	0,1

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo CUMPLE con los límites especificados de temperatura



FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



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

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 20 cm por encima de la base.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 9 cm por encima de la base.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo del equipo.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

Tmax: Temperatura máxima.

Tmin: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la mínima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones especiales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a 1% máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-00289-2021

PROFORMA : 0745A01 Fecha de emisión : 2021-02-10 Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
DIRECCIÓN : Cal La Madrid No. 264 Aso. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porras

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA HIDRAULICA
Marca : UTTEST Capacidad Máxima : 2000 Kn
Modelo : NO INDICA División de Escala, d : 0,1 Kn
N° Serie : 19000009 Procedencia : Tuttle
Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO
Indicación : kgf

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.

La calibración se realizó el día 08 de febrero del 2021 en las instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

4. MÉTODO.

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. TRAZABILIDAD.

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del DM-INDICAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LTP-C-043-2020

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,2 °C	24,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	87,0 %	88,0 %

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.



Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CPF-0018



Certificado N° : 70-00084-2021

Página : 2 de 2

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACIÓN PROMEDIO DEL PATRÓN		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	Rn	(%)	Rn	(%)	Rn	(%)	Rn
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
20,0	400,0	20,0	399,5	0,01	0,5	0,01	0,21
40,0	800,0	40,0	800,7	-0,01	-0,7	0,01	0,28
50,0	1000,0	50,0	1001,1	-0,02	-1,1	0,01	0,45
60,0	1200,0	60,0	1201,3	-0,03	-1,3	0,02	0,55
70,0	1400,0	70,0	1401,8	-0,04	-1,8	0,02	0,84
80,0	1600,0	80,0	1601,9	-0,04	-1,9	0,02	0,80
90,0	1800,0	90,0	1802,1	-0,04	-2,1	0,02	0,70
100,0	2000,0	100,0	2002,3	-0,11	-2,3	0,02	0,80

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 13425 - 2021

PROFORMA : 4204A Fecha de emisión : 2021-07-27

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CAL. LA MADRID NRO. 284 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : EQ4001
N° de Serie : B830080407
Capacidad Máxima : 24000 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2021-07-20

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISOMET 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II. Cuarta Edición - Abril 2010. SHM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Pavez
Gerente Técnico
CIP: 8318

Certificado de Calibración
TC - 13425 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2020 Julio 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

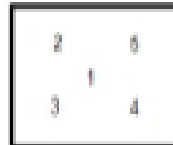
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	74 %	74 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	10 000,00	10 000,1	0,02	0,13	1	20 000,00	20 000,2	0,08	0,17
2		10 000,1	0,02	0,13	2		20 000,2	0,07	0,18
3		10 000,1	0,02	0,13	3		20 000,2	0,07	0,18
4		10 000,1	0,02	0,13	4		20 000,2	0,08	0,17
5		10 000,1	0,02	0,13	5		20 000,2	0,08	0,19
6		10 000,1	0,03	0,12	6		20 000,2	0,08	0,19
7		10 000,1	0,03	0,12	7		20 000,2	0,08	0,17
8		10 000,1	0,04	0,11	8		20 000,2	0,08	0,19
9		10 000,1	0,04	0,11	9		20 000,2	0,08	0,19
10		10 000,1	0,04	0,11	10		20 000,2	0,08	0,17
E _{máx} - E _{mín} (g)		0,02			E _{máx} - E _{mín} (g)		0,02		
error máximo permitido (kg)		2,00			error máximo permitido (kg)		2,00		

Certificado de Calibración
TC - 13426 - 2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	74 %	74 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				s.m.p. (±g)	
	Carga (g)	I (g)	AL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	AL (g)	E (g)		Ec (g)
1	10,00	10,0	0,08	-0,01	7 000,00	7 000,2	0,02	0,23	0,24	2,00
2		10,0	0,08	0,00		7 000,1	0,02	0,13	0,13	
3		10,0	0,07	-0,02		7 000,2	0,04	0,21	0,23	
4		10,0	0,08	-0,01		7 000,2	0,04	0,21	0,23	
5		10,0	0,04	0,01		7 000,2	0,04	0,21	0,20	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				s.m.p. (±g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,00	10,0	0,07	-0,02						
50,00	50,0	0,04	0,01	0,03	50,0	0,04	0,01	0,03	1,00
1 000,00	1 000,0	0,03	0,02	0,04	1 000,0	0,04	0,01	0,03	1,00
5 000,02	5 000,0	0,02	0,01	0,03	5 000,0	0,03	0,00	0,02	1,00
8 000,03	8 000,1	0,07	0,05	0,07	8 000,1	0,08	0,08	0,08	2,00
10 000,02	10 000,1	0,08	0,08	0,10	10 000,1	0,08	0,09	0,11	2,00
15 000,03	15 000,2	0,07	0,15	0,17	15 000,2	0,08	0,18	0,18	2,00
18 000,04	18 000,2	0,08	0,15	0,17	18 000,2	0,07	0,14	0,16	2,00
20 000,02	20 000,2	0,08	0,18	0,20	20 000,2	0,08	0,17	0,19	2,00
22 000,02	22 000,2	0,08	0,17	0,19	22 000,2	0,08	0,18	0,20	3,00
24 000,02	24 000,2	0,08	0,17	0,19	24 000,2	0,08	0,17	0,19	3,00

Donde:

I : Indicación de la balanza
AL : Carga adicional
Eo : Error en cero
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
E : Error del instrumento
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 0,22 \times 10^{-6} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_{95} = 2 \times \sqrt{1,75 \times 10^{-10} \text{ g}^2 + 0,50 \times 10^{-11} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 20 000,4 g para una carga de valor nominal 20000 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA- LP - 099 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 1 de 2

1. Expediente	02323-2021
2. Solicitante	MTL GEOTECNIA S.A.C.
3. Dirección	CALLE LA MADRID NRO 264 - ASOC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA
4. Instrumento de Medición	TRANSDUCTOR DE PRESION (CELL PRESSURE)
Alcance de medición	0 kPa a 1600 kPa
División de escala / Resolución	0.1 kPa
Marca	UTEST
Modelo	UTG-0320
Número de Serie	E120216500013
Procedencia	TURQUÍA
Identificación	LP-1931
Tipo de Indicación	Digital
5. Fecha de Calibración	2021-09-25

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2021-09-28

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA- LP - 099 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C 233-04 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INDECOP/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros de deformación elástica".

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Presión de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C
Humedad Relativa	75% HR	75% HR

9. Patrones de Referencia

Tratabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Manómetro Digital con incertidumbre 0.15	LP-0378-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Resultados de Medición

Indicación Transductor (psi)	Lectura del Patrón				Error		
	Ascendente		Descendente		Ascendente	Descendente	Histéresis (kPa)
	(psi)	(kPa)	(psi)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
100.0	14.70	101.4	14.69	101.3	1.4	1.3	-0.1
200.0	29.20	201.9	29.18	201.2	1.1	1.2	-0.1
300.0	43.66	301.0	43.63	300.8	1.0	0.8	-0.2
400.0	58.10	400.6	58.07	400.4	0.6	0.4	-0.2
500.0	72.48	499.7	72.44	499.5	-0.3	-0.5	-0.3
600.0	86.91	599.2	86.88	598.9	-0.8	-1.1	-0.2
700.0	101.33	698.6	101.30	698.4	-1.4	-1.6	-0.2
800.0	115.75	798.0	115.71	797.7	-2.0	-2.3	-0.3
900.0	130.17	897.4	130.13	897.1	-2.6	-2.9	-0.3
1000.0	144.59	996.8	144.55	996.6	-3.2	-3.4	-0.3

Máximo Error Absoluto de Indicación	- 3.4 kPa
Máximo Error Absoluto de Histéresis	- 0.3 kPa
Máxima Incertidumbre encontrada U(k=2)	1.0 kPa

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.





FICHA TECNICA

Plástico Negro (Rollo)

Rollo de polietileno, uno de los plásticos más utilizados en un sin fin de aplicaciones por sus excelentes características.

Se utiliza para cubrir o forrar productos o zonas territoriales, principalmente se utiliza en las construcciones y aplicaciones industriales.




Membrana plástica de polietileno formulado con resinas virgen de alta densidad y aditivos UVS que le proveen alta resistencia.
Rollo plástico negro de trabajo pesado para construcción multipropósito.

Especificaciones	
Material:	100% polietileno de baja densidad reprocesado
Tipo:	Tubular
Ancho disponible:	1,5 (abierto 3) metros
Calibre:	2,0 (abierto 4) metros
Largo:	100 metros
Color:	Negro
Peso:	50 kg aproximadamente
Lugar de fabricación:	Ecuador
Usos recomendados:	Obra civil



Cotización de ensayos de laboratorio. (MTL GEOTECNIA)



FORMATO DE COTIZACIÓN DE ENSAYOS

COT. N° 443-LEM-21

MTL GEOTECNIA
 RUC 20600375262

REFERENCIA	Solicitado presencialmente el 23/07/2021
SOLICITANTE	Jonathan Yoheí Palomino Astete
ATENCIÓN	Universidad - César Vallejo
TESIS	*Aplicación de plástico en encofrado tradicional de columnas para optimizar la resistencia e Impermeabilidad del concreto en viviendas, Lima 2021 *
UBICACIÓN	Lima
FECHA	San Martín de Porres, 23 de Julio de 2021

EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO

ITEM	CONCEPTO	NORMA	UND.	CANT	PARCIAL	SUBTOTAL
1.0	ENSAYOS EN LABORATORIO DE CONCRETO					
1.1	Diseño de mezcla 210 kg/cm ² (ensayos físicos granulometría, peso unitario, absorción, peso específico, humedad)	ACI 211	Und	1	S/.	350.00 S/.
1.2	Extracción de testigos diamantinos 4pulg de diámetro (Incluye extracción y tallado)	ASTM C42	Und	12	S/.	200.00 S/.
1.3	Ensayo de compresión de testigos diamantinos	ASTM C42	Und	6	S/.	35.00 S/.
1.4	Ensayo de permeabilidad (Penetración de agua bajo presión)	NTC 4483	Und	6	S/.	350.00 S/.
SUB TOTAL					S/.	5,060.00

NOTAS / ANOTACIONES:


- * Validez de oferta 30 días desde su emisión
- * Moneda expresada en soles.
- * El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
- * **ENTREGA DE RESULTADOS: 18 DIAS CALENDARIO.**

FORMA DE PAGO:

50% adelanto para comenzar los trabajos
50% a la entrega de los resultados.

CUENTAS DE PAGO:

CTA CORRIENTE BANCO CONTINENTAL
 AHORROS SOLES: 0011-0752-0200099965
 AHORROS DOLARES: 0011-0200099965-32
 CCI BANCO CONTINENTAL: 011-752-000200099965-32



MTL GEOTECNIA SAC
 Sujeos-Concreto Asfalto
DANY CCOYO TRUJILLO
 Gerente Comercial
 DNI: 44757278

Calle La Madrid N° 264 - Asociación Los Olivos - San Martín de Porres (Alt. Av. Antúnez de Mayolo con Av. Universitaria)
 Tef.: (01) 457 2237 RPC 989 349 903
informes@mtlgeotecniasac.com www.mtlgeotecniasac.com

Boletas de pago – Laboratorio MTL Geotecnia.

6/9/2021

:: Boleta de Venta Electronica - Impresion ::

MTL GEOTECNIA S.A.C.

CAL. LA MADRID 254 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA

RUC: 20600375262

EB01-169

Fecha de Vencimiento : 07/09/2021
Fecha de Emisión : 06/09/2021
Señor(es) : JONATHAN YOHEL PALOMINO
ASTETE
DNI : 45048659
Tipo de Moneda : SOLES
Observación : UNIVERSIDAD: CESAR VALLEJO

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
0.50	UNIDAD	DISEÑO DE MEZCLA 210 KG/CM2 (ENSAYOS FISICOS, GRANULOMETRIA, PESO UNITARIO, ABSORCION, PESO ESPECIFICO, HUMEDAD). 50% DE PAGO EN EFECTIVO 06/09/2021	296.62	0.00	175.0058	0.00
6.00	UNIDAD	EXTRACCION DE TESTIGOS DIAMANTINOS 3 PULG. DE DIAMETRO (INCLUYE EXTRACCION Y TALLADO). 50% DE PAGO EN EFECTIVO 06/09/2021	169.50	0.00	1,200.06	0.00
3.00	UNIDAD	ENSAYO DE COMPRESION DE TESTIGOS DIAMANTINOS. 50% DE PAGO EN EFECTIVO 06/09/2021.	29.67	0.00	105.0318	0.00
3.00	UNIDAD	ENSAYO DE PERMEABILIDAD (PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION). 50% DE PAGO EN EFECTIVO 06/09/2021.	296.62	0.00	1,050.0348	0.00
1.00	UNIDAD	TESIS: APLICACION DE PLASTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021.	0.01	0.00	0.0118	0.00

Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
ICBPER :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 2,530.14

SON: DOS MIL QUINIENTOS TREINTA Y 14/100 SOLES

(*) Sin Impuestos.

(**) Incluye Impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada :	S/ 2,144.19
Op. Exonerada :	S/ 0.00
Op. Inafecta :	S/ 0.00
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 385.95
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 2,530.14

Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.

MTL GEOTECNIA S.A.C.

CAL. LA MADRID 254 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID

SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA

RUC: 20600375262

EB01-184

Fecha de Venta : 19/11/2021
 Fecha de Emisión : 18/11/2021
 Señor(es) : JONATHAN YOHEL PALOMINO
 ASTETE
 DNI : 45048659
 Tipo de Moneda : SOLES
 Observación : UNIVERSIDAD: CESAR VALLEJO

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
0.50	UNIDAD	DISEÑO#209;O DE MEZCLA 210 KG/CM2 (ENSAYOS FISICOS, GRANULOMETRIA, PESO UNITARIO, ABSORCION, PESO ESPECIFICO, HUMEDAD).	296.62	0.00	175.0058	0.00
6.00	UNIDAD	EXTRACCION DE TESTIGOS DIAMANTINOS 4 PULG. DE DIAMETRO (INCLUYE EXTRACCION Y TALLADO).	189.50	0.00	1,200.06	0.00
3.00	UNIDAD	ENSAYO DE COMPRESION DE TESTIGOS DIAMANTINOS.	29.67	0.00	105.0318	0.00
3.00	UNIDAD	ENSAYO DE PERMEABILIDAD (PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION).	296.62	0.00	1,050.0348	0.00
1.00	UNIDAD	TESIS: APLICACION DE PLASTICO EN ENCOFRADO TRADICIONAL DE COLUMNAS PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA E IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN VIVIENDAS, LIMA 2021.	0.01	0.00	0.0118	0.00

Otros Cargos : S/0.00

Otros Tributos : S/0.00

ICBPER : S/ 0.00

Importe Total : S/2,530.14

SON: DOS MIL QUINIENTOS TREINTA Y 14/100 SOLES

(*) Sin Impuestos.

(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada : S/ 2,144.19

Op. Exonerada : S/ 0.00

Op. Inafecta : S/ 0.00

ISC : S/ 0.00

IGV : S/ 385.95

ICBPER : S/ 0.00

Otros Cargos : S/ 0.00

Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 2,530.14

Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.

Ficha técnica – Cemento Sol tipo I

CEMENTO SOL



Ficha Técnica

CEMENTO SOL

Descripción:

- Es un Cemento Portland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.

Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Excelente desarrollo en resistencias a la compresión.
- Buena trabajabilidad.

Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajes, enchapes de mayólicas y otros materiales.
- Shotcrete y grout.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pilegos (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:

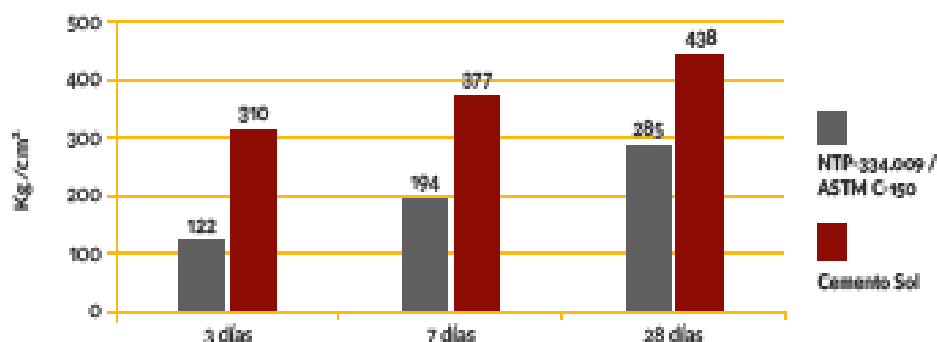
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

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.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	310	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	377	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	438	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	1.92	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	11.9	No específica
C ₃ S	%	54.2	No específica
C ₃ A	%	10.1	No específica
C ₄ AF	%	9.7	No específica

*Requisito opcional