



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO $F'C=210$ KG/CM² CON ADICIÓN DE POLIETILENO TIPO PEBD RECICLADO CON UN CONCRETO TRADICIONAL, LIMA NORTE 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Bach. Elizabeth Perez Alarcon

Asesor:

Mg. Ing. Alejandro Vildoso Flores

Lima - Perú

2020

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Alejandro Vildoso, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de la estudiante:

✓ Elizabeth Pérez Alarcón

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON ADICIÓN DE POLIETILENO TIPO PEBD RECICLADO CON UN CONCRETO TRADICIONAL, LIMA NORTE 2020** para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. Alejandro Vildoso

Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de la Bachiller : **ELIZABETH PEREZ ALARCON** para aspirar al título profesional con la tesis denominada: **ANALISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESION, FLEXION Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE POLIETILENO TIPO PEBD RECICLADO CON UN CONCRETO TRADICIONAL, LIMA NORTE 2020.**

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing. Alejandro Vildoso

Asesor

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos

Jurado

Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos

Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos

Jurado

DEDICATORIA

A Dios, porque me dio la fortaleza para seguir a pesar de todos los obstáculos que se me presentaba en el camino.

A mis Madre por confiar en mi desde el primer día, gracias a ella y a sus consejos no di un paso al costado, sino al contrario avance hasta lograr este gran día, que es culminar la carrera.

AGRADECIMIENTO

Agradezco nuevamente a mi Dios, el ser divino que me dio la vida, que me ayudo día a día a seguir adelante.

A mis padres por forjarme con valores y guiar mis pasos.

A mis docentes por compartir con nosotros sus conocimientos y tener la paciencia para así poder aprender.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	i
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLA DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ECUACIONES	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del Problema	9
1.3. Objetivos	12
1.3.1. Objetivos generales	12
1.3.2. Objetivos específicos	12
1.4. Hipótesis.....	13
1.4.1. Hipótesis general	13
1.4.2. Hipótesis específica.....	13
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	14
2.1. Tipo de investigación.....	14
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	43
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSION.....	60
REFERENCIAS	64
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla 1: Cantidad de muestras de concreto a realizar las pruebas mecánicas.....	16
2. Tabla 2: Ensayo de los materiales.....	16
3. Tabla 3. Ensayos al concreto fresco.....	17
4. Tabla 4. Ensayos al concreto endurecido (probetas).....	17
5. Tabla 5. Tamiz o malla para A.G.....	20
6. Tabla 6. Tamiz o malla para A.F.....	21
7. Tabla 7. Tamaño de la muestra de agregado.....	23
8. Tabla 8. Peso mínimo de la muestra de ensayo.....	29
9. Tabla 9. Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso global.....	34
10. Tabla 10. Máximo diámetro del bloque y de la probeta.....	39
11. Tabla 11. Valores de los ensayos a compresión.....	44
12. Tabla 12. Valores de los ensayos a flexión.....	51
13. Tabla 13. Asentamiento.....	58
14. Tabla 14. Diseño patrón.....	68
15. Tabla 15. Diseño + 5% polietileno reciclado.....	68
16. Tabla 16. Diseño + 10% polietileno reciclado.....	68
17. Tabla 17. Diseño + 15% polietileno reciclado.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Figura 1. Estadística de los sismos registrados en el territorio peruano del 2005 al 2017.....	2
2. Figura 2. Estadística de la generación de residuos solidos desde el 2000 al 2016	3
3. Figura 3. Estadística de producción de cemento nacional e internacional.....	4
4. Figura 4. Reciclaje térmico de polietileno.....	12
5. Figura 5. Diagrama variable de respuesta.....	14
6. Figura 6. Recolección y compra polietileno reciclado.....	19
7. Figura 7. Máquina trituradora de polietileno reciclado.....	19
8. Figura 8. Producto final polietileno reciclado.....	20
9. Figura 9. Cuarteo del agregado fino.....	22
10. Figura 10. Cuarteo del agregado grueso (piedra chancada).....	23
11. Figura 11. Horno de secado temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$	25
12. Figura 12. Peso unitario suelto del agregado grueso.....	28
13. Figura 13. Peso unitario del material compactado del agregado grueso.....	28
14. Figura 14. Peso específico del agregado grueso.....	31
15. Figura 15. Frasco de Le Chatelier ensayo al agregado fino (arena gruesa).....	33
16. Figura 16. Columna de tamices.....	36
17. Figura 17. Ensayo al concreto fresco con el cono de Abrams.....	37
18. Figura 18. Termómetro para concreto.....	39
19. Figura 19. Esquema de los patrones de tipos de fracturas.....	40
20. Figura 20. Curado de testigos.....	41
21. Figura 21. Máquina de ensayo a compresión.....	41
22. Figura 22. Ensayo a la flexión con carga a los dos tercios.....	42

ÍNDICE DE ECUACIONES

1. Ecuación 1. Fórmulas mayor valor requerido.....	17
2. Ecuación 2. Fórmula para hallar el contenido de humedad.....	24
3. Ecuación 3. Fórmula para hallar el peso unitario.....	25
4. Ecuación 4. Fórmula para hallar el peso unitario superficial seco.....	26
5. Ecuación 5. Fórmula para hallar el porcentaje de vacío.....	26
6. Ecuación 6. Fórmula para hallar el peso de la masa.....	30
7. Ecuación 7. Fórmula para hallar el peso de la muestra superficialmente seca al aire.....	30
8. Ecuación 8. Fórmula para hallar el peso de la muestra seca al aire.....	30
9. Ecuación 9. Fórmula para hallar la absorción.....	31
10. Ecuación 10. Fórmula para hallar el incremento de masa.....	35

RESUMEN

El presente trabajo “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020”. Tuvo como objetivo determinar el porcentaje adecuado de polietileno reciclado en el diseño de mezcla, comprobando los objetivos según los ensayos para el concreto convencional, con el añadido de polietileno reciclado, el cual pueda aportar al cuidado del medioambiental manteniendo sus propiedades mecánicas.

Asimismo, se quiere dar un valor agregado al diseño de mezcla del concreto, al adicionar el polietileno reciclado se desea demostrar que da eficiencia su resistencia a la compresión, flexión y la trabajabilidad.

La metodología utilizada es cuasi experimental – aplicada, no probabilística cuantitativa, transversal, dado que cuando hay manipulación de las variables por parte del investigador que interfieren en el estudio y una investigación es aplicada, cuando empleamos el conocimiento científico existente en una situación práctica.

Los resultados arrojan al 5% de significancia, la adición de 5% de polietileno reciclado tiene mejores valores que las adiciones al 10% y 15% respectivamente.

Las conclusiones indican que según los resultados, aumenta así una propiedad a la compresión del concreto, asimismo para la resistencia a la flexión, este porcentaje aumenta la misma de manera significativa, aportando una propiedad que el concreto posee de manera muy baja y por último, la consistencia con la cual trabaja de manera óptima es plástica, dado que su Slump es de 4”.

Palabras clave: Diseño de mezcla del concreto, concreto y polietileno reciclado.

ABSTRACT

The present work "Evaluation of the mechanical properties of concrete $f'c = 210$ kg / cm² with the addition of recycled polyethylene, North Lima 2020". Its objective was to determine the appropriate percentage of recycled polyethylene in the mix design, checking the objectives according to the tests for conventional concrete, with the addition of recycled polyethylene, which can contribute to environmental care while maintaining its mechanical properties.

Likewise, it wants to give an added value to the concrete mix design, by adding recycled polyethylene you want to demonstrate that it gives efficiency to its resistance to compression, flexion and workability.

The methodology used is quasi experimental - applicative, not quantitative, cross-sectional probabilistic, given that when there is manipulation of the variables by the researcher that interfere with the study and an investigation is applied, when we use the existing scientific knowledge in a practical situation.

The results show 5% significance, the addition of 5% of recycled polyethylene has better values than the additions of 10% and 15% respectively.

The conclusions indicate that according to the results, this increases a compressive property of the concrete, also for the flexural strength, this percentage increases it significantly, providing a property that the concrete has very low and finally, the consistency with which it works optimally is plastic, since its Slump is 4”.

Keywords: Design of concrete mix, concrete and recycled polyethylene.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según la estadística de la Universidad San Buenaventura de Cali, menciona que en el mundo se consume al año 100 millones de toneladas de las cuales el 75% se convierte en basura luego de su uso, teniendo una degradación muy lenta ya que se fragmentan en partículas pequeñas que se distribuyen en mares, ríos y suelo (Reyes Montoya, 2018).

El Perú, ha experimentado en los últimos años un incremento de sismos en todo el país, donde los mismos han alcanzado números superiores a 3.0 en la escala sismológica de Richter en el 2017, según las estadísticas de los sismos registrados. En el territorio Peruano del 2005 al 2018, según el Instituto Geofísico del Perú (2018), se han registrado 397 sismos, la mayoría de estos casos se ubicaron en la zona costera del país con diferentes magnitudes, lo cual demostró que los sismos superficiales tienen mayor frecuencia. Es así como tomando en consideración el comportamiento sísmico en toda la región costera y parte del territorio nacional, se hace necesario diseñar nuevas estructuras mediante el desarrollo de nuevos procedimientos de construcción en base a determinadas regiones con otros materiales o aditivos que aporten sostenibilidad y refuercen el comportamiento mecánico a corto y largo plazo garantizando una mayor seguridad en las estructuras (Poma Ariza, 2019).

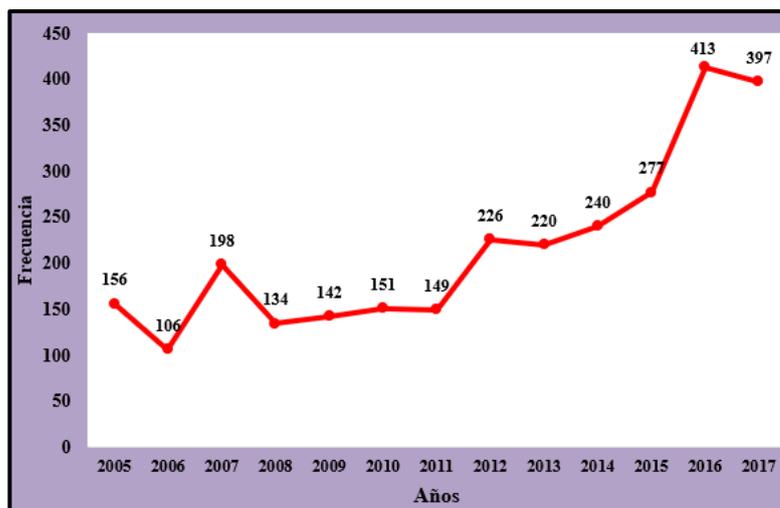


Figura 1. Estadística de los sismos registrados en el territorio peruano del 2005 al 2017.

Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2018)

Según datos del INEI para 1993, en Lima Metropolitana existen 1,147 asentamientos humanos que albergan a más de dos millones de pobladores. El Asentamiento humano Amauta-Ate es uno de los poblados con mayor índice de reciclaje en Lima metropolitana, al observarse un bajo nivel de calidad de vida y la falta de ejecución de proyectos de construcción civil se genera la necesidad de plantear alternativas de solución innovadoras, por lo que se plantea realizar un diseño de mezcla de concreto con materiales reciclados, para la construcción losas, garantizando un mayor tiempo de vida útil (Reyes Montoya, 2018).

De acuerdo a la Municipalidad Metropolitana de Lima, la generación de residuos sólidos ha ido en aumento desde el 2000 al 2016, llegando a niveles cercanos de 250.000 toneladas por año, solo en Lima. Por su parte, el Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) del Ministerio del Ambiente (MINAM), muestra que para el año 2015 en el distrito de Lima se recolectó la cantidad de 3,374.00 toneladas semanalmente, la generación per cápita de residuos sólidos municipales es

de 1.71 kg./hab./día y la de residuos domiciliarios es de 0.69 kg./hab./día. Esto genera un gran impacto para el medio ambiente, por ello los aportes de la industria de la construcción serían de gran beneficio para la sociedad y para el medio ambiente, proponiendo alternativas innovadoras y empleando un nuevo material de construcción, así mismo, se impulsaría la producción del concreto, favoreciendo la producción anual (Poma Ariza, 2019).

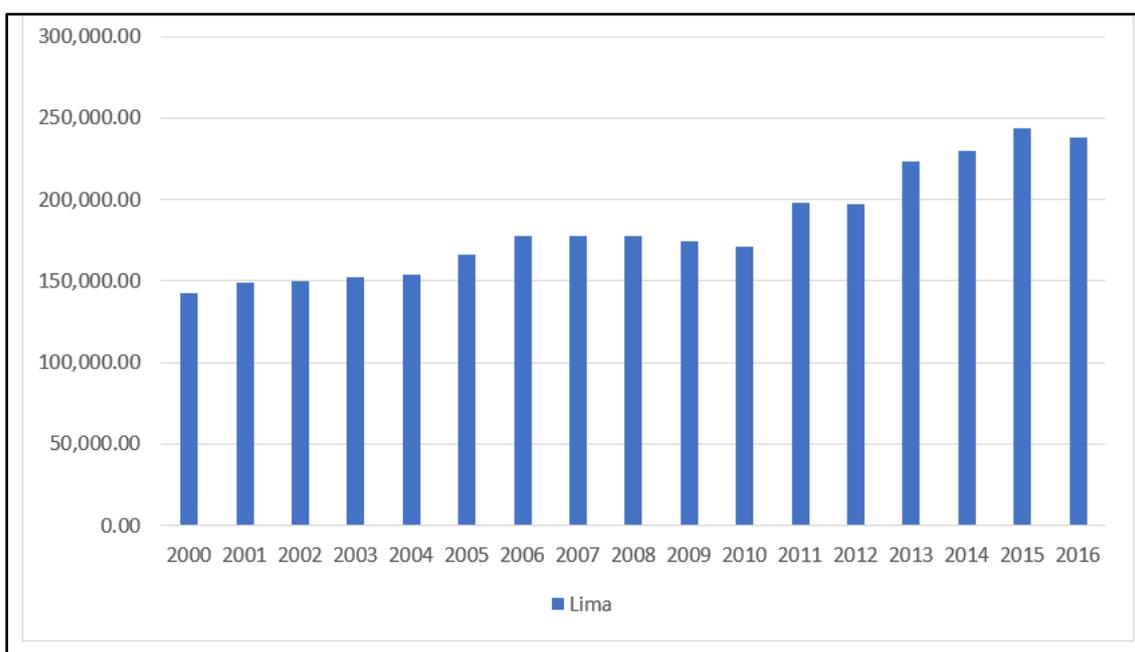


Figura 2. Estadística de La generación de residuos sólidos desde el 2000 al 2016.

Fuente: SIGERSOL (2016).

El consumo nacional de cemento creció 3.7% en el Perú en el 2018 respecto al 2017, logrando así un resultado favorable por segundo año consecutivo y alcanzar la tasa de crecimiento más alta desde el 2013, año en el que creció 7.4% (ASOCEM, 2018).

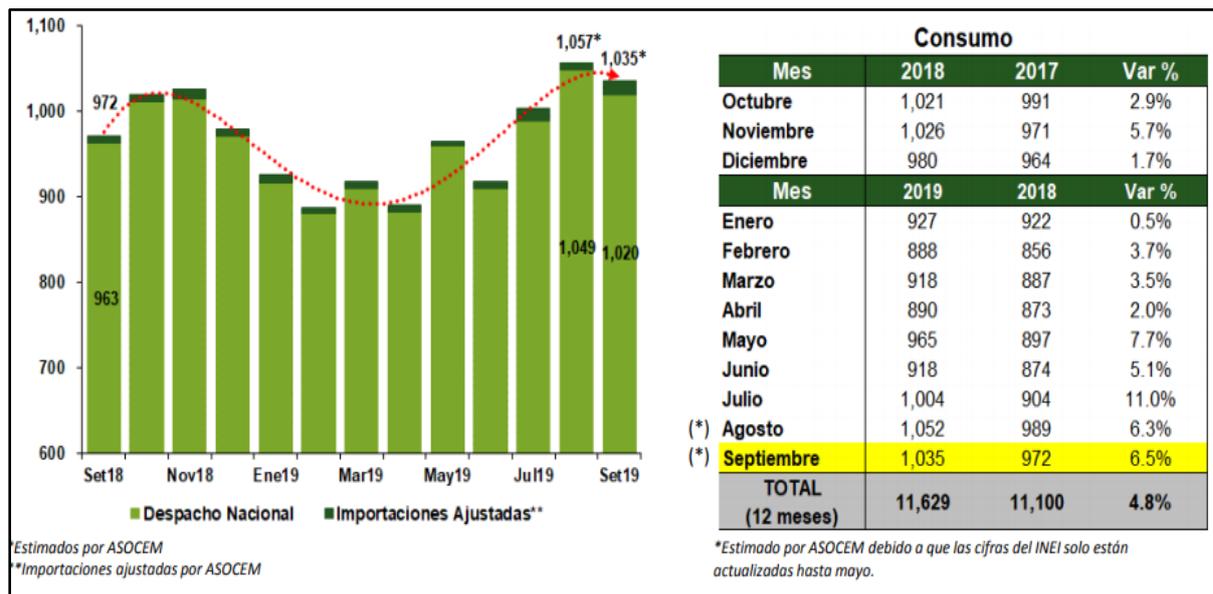


Figura 3. Estadística de producción de cemento nacional e internacional.

Fuente: ASOCEM (2018)

Este estudio puede aportar mejoras socioeconómicas al proceso constructivo y apoyaría en mitigar la contaminación medioambiental. Se trata de buscar mediante el añadido de polietileno reciclado el desarrollo detallado de la evaluación del concreto con esta adición para las mejoras de sus características mecánica, sobre todo en los esfuerzos a la compresión, flexión y su trabajabilidad.

Para poder complementar el entendimiento de esta investigación, mencionaremos algunos antecedentes **nacionales** e **internacionales**, así que según Reyes (2018), en su investigación titulada “Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta - Ate - Lima Este (2018)” para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú, donde para el desarrollo de esta investigación tomamos como una resistencia del concreto de $f'c=210$ kg/cm² se aplicó el método del American Concrete Institute (ACI) para realizar los diseños de concreto, agregado fino de la cantera de Jicamarca, agregado

grosso de la cantera de SEOING, cemento Portland Tipo I, tereftalato de polietileno reciclado y aditivo plastificante Visco Crete 1110. Se analizaron 7 diseños de mezclas, el primero fue el diseño patrón, los 3 siguientes fueron con diferentes porcentajes de polietileno de tereftalato (PET) reciclado, siendo 0,5%; 1%; 1,5% respecto al peso del cemento y los 3 últimos diseños con los mismos porcentajes de polietileno tereftalato (PET) reciclado adicionándole un 0,7% de aditivo plastificante Visco Crete 1110. Concluyendo que al incrementar la dosificación del polietileno tereftalato (PET) reciclado en forma de fibras de 0,5% a 1,5% se observa la disminución de la resistencia a compresión y del asentamiento, en el ensayo a tracción por compresión diametral no se ve una influencia alguna; mientras que en el ensayo a flexión se optimiza la resistencia aumentando un 5% respecto a los resultados del diseño patrón. Finalmente, con la adición del aditivo plastificante Visco Crete se mejora el asentamiento de los diferentes diseños, aumentando la resistencia a compresión, flexión y tracción por compresión diametral.

De la misma manera, Valera Pajuelo, E. (2017), titulada “Incorporación de fibras de polipropileno (SikaFiber Force pp48) para mejorar las propiedades plásticas y mecánicas en un concreto con resistencia a la compresión 28Mpa para el departamento de Lima”, para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo. Lima – Perú tiene como objetivo determinar los efectos de la adición de fibras de polipropileno en un concreto 28 MPa, el cual es uno de los diseños más usados en el departamento de Lima. Según el manual de fibras de Sika las fibras de polipropileno se agrupan de acuerdo a sus características mecánicas, propiedades mecánicas y sus tipos. Por otro lado según Mendoza Javier y Dávila, las propiedades del concreto se dividen en plásticas y mecánicas (endurecido) del concreto se clasifican por la composición del concreto, su estado fresco, y su estado endurecido. Asimismo, el tipo de estudio de esta investigación es aplicado, ya que su búsqueda se basa en construir, actuar, modificar y conocer la realidad problemática

actual. El diseño del estudio de esta investigación es experimental, ya que se manipulo a un grupo de variables de estudio para controlar las diferencias del comportamiento de la otra variable. Para la elaboración de la muestra se tomó en consideración la evaluación de las propiedades y características estructurales del concreto donde se ensayaron 24 probetas (6 testigos por cada diseño respectivamente) dichos testigos fueron curados en la poza húmeda, para luego ser ensayados a los 3, 7, 14 y 28 días respectivamente. Finalmente, se concluyó que un diseño con dosis de 4 kg/m³ de concreto logra un asentamiento de 0.75pulg, el cual reduce el asentamiento en un 80 %, el contenido de aire lo disminuyo en 28 %, en estado plástico. En cuanto a sus propiedades en estado mecánico son: la resistencia a la compresión y flexión, las incrementa en un 3% y 18% a la edad de 28 días, respectivamente.

Así mismo, Armas (2016) tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, “Efectos de la adición de fibras de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto Hidráulico” Universidad Señor de Sipan, Chiclayo. En esta investigación, el objetivo general es adicionar fibra de polipropileno con proporciones en peso de 200, 300, y 400 gr por m³ de concreto. A diferentes diseños de mezclas convencionales tales como; 17.5, 21 y 28 MPa, que serán patrón de comparación con las mezclas que tengan adición de fibras. El tipo de investigación es de método Aplicado de nivel experimental donde se aplicó instrumentos de medición y ensayos realizados en laboratorio para analizar el comportamiento del concreto hidráulico reforzado con fibras de polipropileno. Finalmente, se concluye que en cuanto a la resistencia de la compresión las resistencias no varían mucho, puesto a la resistencia a la flexión que aumentó un 14% en el módulo de rotura a flexión cuando se utiliza una dosis de fibra de polipropileno de 400 gr/m³ de concreto. Por tal de la presente investigación, se puede valorar que la fibra de

polipropileno, tiene mejor aporte en la resistencia a la flexión donde se vio un incremento favorable.

Para los **antecedentes internacionales**, se puede mencionar lo señalado por López (2015,) tesis para optar el título de ingeniería civil, “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macro fibras de polipropileno”, Universidad nacional autónoma de México, México. En su trabajo: El objetivo general del investigador fue evaluar la Influencia las fibras cortas de acero y las macro fibras de polipropileno, la cual fue empleado en el concreto fresco y endurecido. Se utilizó instrumentos y técnica de observación que dieron resultados obtenidos del tipo experimental sobre el comportamiento de fibras en diferentes porcentajes en el concreto con agregados estándares. Asimismo, Se concluye que la incorporación de fibras de acero y de macro fibras de polipropileno en las mezclas de concreto ayuda de eficazmente a reducir la aparición de grietas por contracción plástica. Por tal se puede valorar que la presente investigación muestra el aporte de la macro fibra de polipropileno trabaja mejor en el defecto de agrietamiento en el concreto endurecido.

A su vez, López Román, J. (2015) en su trabajo de investigación evalúa mediante los resultados obtenidos de un estudio experimental la influencia que tiene dos tipos particulares de fibras, fibras cortas de acero y microfibras de polipropileno, en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto, cuando dichas fibras se emplean en diferentes porcentajes volumétricos iguales o menores al 1% en mezclas de concreto fabricadas con agregados traídos del Edo de México y del Edo de Hidalgo. El estudio comprende la fabricación de mezclas de concreto con agregado grueso de origen calizo de 3/8” de tamaño máximo, arena andesítica, cemento Portland compuesto resistente a los sulfatos (CPC 40 RS), fibra de acero DRAMIX (RC 65/35 BN) y macrofibra de polipropileno (MAC Matriz). En total se fabricaron ocho mezclas; una sin fibra (mezcla testigo o de referencia), tres con fibras cortas de acero para porcentajes volumétricos de 0.5, 0.75 y 1.0% (0, 40, 60 y 80 kg/m³) y cuatro con macrofibras

de polipropileno para porcentajes volumétricos de 0.25, 0.5, 0.75 y 1.0% (2.3, 4.6, 7.0 y 9.3 kg/m³). Los parámetros para el diseño de mezclas fueron el revenimiento de 15 cm, un porcentaje de volumen absoluto para los agregados de 52% para la grava y de 48% para la arena, y una relación de agua/cemento de 0.5 para el concreto sin fibra.

En el caso de las mezclas con fibras, se mantuvo el diseño de la mezcla del concreto de referencia, más la adición del tipo y consumo de fibra y en todos los casos se añadió un aditivo plastificante compuesto por lingosulfonatos (Pozzolith 322N) para mantener el revenimiento en el rango deseado, mismo que cumple con la Norma ASTM C 494 para aditivos Tipo A. Se determinaron las propiedades en estado fresco de cada una de las mezclas: revenimiento, masa volumétrica, contenido de aire atrapado, cono invertido y resistencia al agrietamiento por contracción plástica. Además, en estado endurecido se determinó: resistencia a compresión, tensión, flexión, cortante, impacto, abrasión, módulo elástico, contracción por secado, tenacidad, permeabilidad al agua y flujo plástico (CREEP). A partir de los resultados experimentales obtenidos y del análisis efectuado, se podrá evaluar la influencia y desempeño del tipo y porcentaje de fibra en las diversas propiedades estudiadas en estado fresco y endurecido del concreto.

De igual forma, Manzano (2014) tesis para optar el título de ingeniería civil, “Evaluación del efecto en la contracción del concreto con fibras estructurales de polipropileno” Pontificia universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. En su trabajo: El objetivo general del investigador es estudiar el desempeño de concretos con adición de fibras de polipropileno y como estos se pueden usar para eludir anomalías nocivas que reduzcan la durabilidad de todos los componentes que forman del concreto. El estudio es de tipo Experimental porque para determinar el efecto de las fibras estructurales de polipropileno se utilizaron instrumentos de medición, ensayos y fichas de observación, finalmente, se concluye que el ancho promedio de la fisuras en el concreto se reduce en más del 95% cuando la adición de fibras de polipropileno tiene una

cuantía de 3.2 Kg/m^3 , estas fisuras no son fácilmente visibles y pueden tomarse en el aspecto estético como aceptables, por lo cual la presente investigación manifiesta que las fibras de polipropileno en porcentajes de $2.4 \text{ Kg/m}^3 - 2.8 \text{ Kg/m}^3$, son altamente eficientes en la mitigación de las fisuras por contracción plástica, y trabajan mejor que un concreto elaborado con refuerzo de malla electro soldada.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cómo determinar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020?

1.2.2. Problemas específicos.

1.2.2.1. Problema específico 1.

¿Cómo determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020?

1.2.2.2. Problema específico 2.

¿Cómo determinar la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020?

1.2.2.3. Problema específico 3.

¿Cómo determinar la trabajabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020?

La **justificación** de este estudio fue proporcionar una importante información del análisis, diseño y elaboración de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando polietileno reciclado. Lima Norte 2020, por lo que se propone, que se realiza para las estructuras que

demanden el uso de aditivos el cual con este proceso se podría desplazar el uso de aditivos los cuales son contaminantes en su uso y en su elaboración.

En cuanto a sus **limitaciones** por ser experimental el costo podría ser mayor al concreto tradicional, ya que la industria del reciclaje en el Perú no está desarrollada de manera industrializada.

Es importante mencionar algunas nociones teóricas que ayuden a complementar el entendimiento de esta investigación:

El **cemento portland**, es el conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas con agregado de yeso, que tiene la propiedad de fraguar y endurecer al contacto con el agua. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón. (Rebosov Nicolás, 2015, p.5)

Los **aditivos** son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes entre 0.1% y 5% (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada. Julio Sifuentes, 2016, p.1. Recuperado de <http://ingecivilcusco.blogspot.com/2009/07/aditivos-aspectos-generales.html>.

Según la ficha técnica de Sika define el **aditivo plastificante** para concreto o mortero que, durante el mezclado, promueve la trabajabilidad en la mezcla (facilidad de moldeo Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para el concreto

pre-mezclado. Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto comportamiento autocompactante.

El **polietileno** (PE) es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva (CH₂-CH₂)_n. Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación, lo que genera una producción de aproximadamente 80 millones de toneladas anuales en todo el mundo (University of York. Polyethylene).

El **reciclaje mecánico del polietileno**, consiste en la recepción y almacenaje de los materiales, selección del plástico o identificación, triturado del mismo a modo que el producto quede en forma de granza, para poder incorporarlo de nuevo a la cadena productiva, cerrando el círculo de producción limpia. Se recomienda un lavado del material previo a la selección del plástico con el objeto de eliminar impurezas que puedan afectar de sobremanera las propiedades del Polietileno de alta densidad reciclado. La etapa más importante es la selección del Polietileno de alta densidad, que puede realizarse en el sitio del reciclaje denominado “recolección selectiva” o en lugares construidos con esa finalidad. Los diferentes métodos utilizados para la selección e identificación del Polietileno de alta densidad ya han sido descritos anteriormente. Este tipo de reciclaje no es destructivo como el reciclaje térmico y se recomienda cuando el Polietileno de alta densidad se encuentra relativamente libre de contaminantes (Roca, 2015).

El **reciclaje térmico del polietileno**, método destructivo que consiste en la combustión del plástico, transformando los desechos en gases, cenizas y escorias. Esto con el objeto de obtener energía, ya que los plásticos son compuestos con un alto poder calorífico. Para realizar esta técnica, es preciso antes realizar estudios de ecobalance,

para determinar si este tipo de reciclaje es favorable. Para realizar esta técnica de recuperación de energía, es necesario tener un estricto control de la emisión de gases contaminantes, porque aun teniendo un control cuidadoso, se emiten productos gaseosos perjudiciales a la atmósfera (Roca, 2015).

Tratamiento Térmico	Ventajas	Desventajas
Polietileno de alta densidad	Favorece el control sanitario Elimina infecciones Reducción de volumen Recuperación de energía Recuperación de metales	Emisión de gases a la atmósfera Áreas próximas al centro de incineración Tecnología sofisticada Costo elevado Pérdida de productos útiles

Figura 4. Reciclaje térmico del polietileno.

Fuente: Roymaplas S.L Especialistas en Manipulación de Plásticos Especiales

1.3.Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020

1.3.2. Objetivos específicos.

1.3.2.1. Objetivo específico 1.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020.

1.3.2.2. Objetivo específico 2.

Determinar la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020.

1.3.2.3. Objetivo específico 3.

Determinar la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020.

1.4.Hipótesis

1.4.1.Hipótesis general.

Para la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más óptima adicionando polietileno reciclado. Lima 2020.

1.4.2.Hipótesis específicas.

1.4.2.1. Hipótesis específica 1.

Para la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más óptima adicionando polietileno reciclado. Lima 2020.

1.4.2.2. Hipótesis específica 2.

Para la evaluación de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más óptima adicionando polietileno reciclado. Lima 2020.

1.4.2.3. Hipótesis específica 3.

Para la evaluación de trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más óptima adicionando polietileno reciclado. Lima 2020.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación.

2.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se desarrolló fue cuasi experimental aplicada, debido a que en ella se establece una situación de control en la cual se manipuló de manera intencional la variable independiente del polietileno reciclado, para que se pueda analizar las consecuencias sobre la variable, dependiente de las propiedades mecánicas en las probetas a ensayar.

2.1.2. Diseño

La actual investigación se basó en un diseño cuasi experimental puro, ya que reúne los dos requisitos principales, se formó dos grupos de comparación que son el control y la validez interna pues los grupos se formaron aleatoriamente; además se evaluó una variable independiente (polietileno reciclado) y una variable dependiente (propiedades mecánicas).

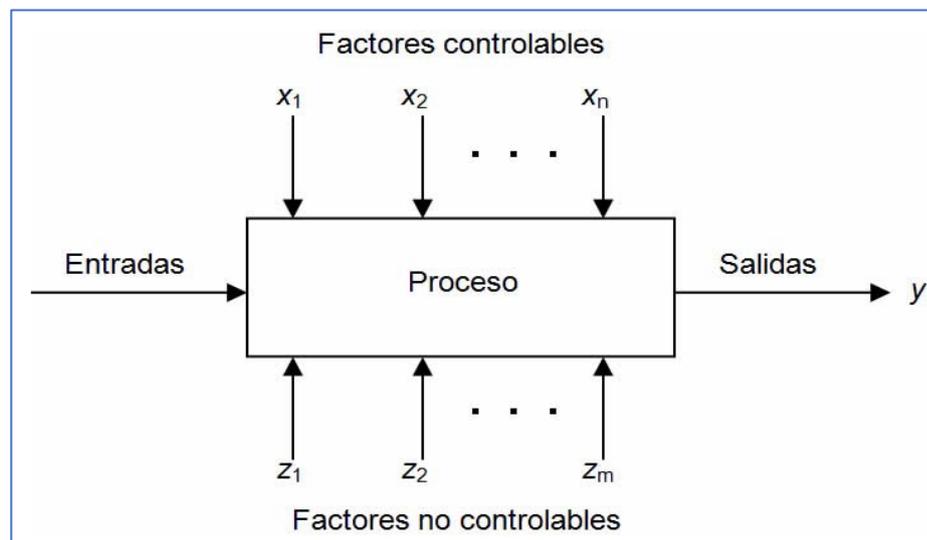


Figura 5. Diagrama variable de respuesta.

Fuente: ITS Mónica Mariscal (2009)

Siendo esta transversal, con la manipulación de una variable y la comparación con el parámetro de control.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población.

En los que a la **población** refiere, se utilizaron 36 probetas para el concreto tradicional llamándolo grupo de control y concreto con añadido de polietileno reciclado llamándolo grupo experimental, las mismas se tomaron como muestras para 7, 14 y 28 días.

2.2.2. Muestra.

Es importante mencionar que al tener pocas unidades de ensayo y ser una tesis cuasi experimental, se optó por elegir las mismas probetas de la **población** en la **muestra**, tal como se aprecia a continuación.

Probetas de concreto convencional (Grupo de control).

- 3 probetas de concreto ensayadas a los 7 días de curado.
- 3 probetas de concreto ensayadas a los 14 días de curado.
- 3 probetas de concreto ensayadas a los 28 días de curado.

Probetas de concreto convencional con añadido de polietileno reciclado (Grupo de experimental).

- 9 probetas de concreto ensayadas a los 7 días de curado.
- 9 probetas de concreto ensayadas a los 14 días de curado.
- 9 probetas de concreto ensayadas a los 28 días de curado.

Por lo tanto, se tuvo como muestra a 27 probetas diseñadas.

Las probeta de concreto serán de dimensiones de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de longitud, las cual serán ensayadas a compresión, tracción y

trabajabilidad. Posteriormente se realizó un análisis estadístico de ambos grupos según la tabla 1.

El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, en el cual se tomó 9 probetas realizadas del grupo de control y 27 probetas realizadas del grupo experimental dentro del diseño de mezcla.

Tabla 1.

Cantidad de muestras de concreto a realizar las pruebas mecánicas.

Indicador	Mezcla	7 días	14 días	28 días	Total
Control	Concreto convencional	3	3	3	9
Experimental	Añadido de polietileno reciclado	9	9	9	27
TOTAL, DE MUESTRAS					36

Fuente: Ensayo de laboratorio.

2.3.Unidad de Estudio

Tabla 2.

Ensayos de los materiales

Ítem	Norma	Descripción
01	NPT 400.017	Peso Unitario Compactado.
02	NPT 400.017	Peso Unitario Suelto.
03	NPT 400.022	Determinación del peso específico y absorción del agregado fino.
04	NPT 400.021	Determinación del peso específico y absorción del agregado Grueso.
05	NPT 400.012	Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global.
06	NPT 400.018	Determinación del Material que pasa el Tamiz 75mm (N°200)
07	NPT 339.185	Contenido de Humedad.

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 3.

Ensayos al concreto fresco.

Ítem	Norma	Descripción
01	NTP 339.035	Medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams
02	NTP 339.046	Peso unitario del concreto fresco
03	NTP 339.184	Temperatura de mezclas frescas del concreto

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 4.

Ensayos al concreto endurecido (Probetas)

Ítem	Norma	Descripción
01	NTP 339.034	Esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto.

Fuente: Ensayo de laboratorio.

2.4.Procedimiento

La técnica que se usó fue en función a la tesis en cuestión, es principalmente siguiendo los pasos del diseño de mezcla según la norma ACI 211:

Se determinó la resistencia requerida (f'_{cr}):

$$f'_{cr} = f'c + 1.33 \sigma \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'c + 2.33 \sigma - 35 \dots\dots\dots (2)$$

Ecuación 1. Formulas mayor valor requerido.

Donde:

σ : desviación standard (kg/cm²)

f'_{cr} : Resistencia a la compresión requerida (kg/cm²)

Se realiza una comparación entre ambos resultados, escogiendo el mayor de estos.

1. Se escoge y compra el polietileno reciclaje requerido.

2. Dicho material se procede a limpiarlo y triturarlo según el requerimiento.
3. Según la granulometría del agregado grueso, se determina el TMN.
4. Según la tabla 01 se haya el volumen de agua.
5. Según la tabla 02 se haya la cantidad de aire atrapado.
6. Según el ensayo del cono de Abrams, se determina el asentamiento (Slump) de acuerdo a la consistencia deseada.
7. Utilizando las tablas 05 y 05 se hayan la relación agua/cemento, por resistencia y por durabilidad, escogiendo como valor de a/c el menor.
8. Realizando la división entre el valor de los ítems (7)/ (4), se haya la cantidad de cemento por m³ de concreto.
9. Utilizando la tabla 04, se haya la cantidad de agregado grueso.
10. Se hayan los volúmenes de cemento, aire atrapado, agua y agregado grueso a partir de los valores antes encontrados, luego se suman los antes mencionados y se restan de 1 m³, determinando así el volumen del agregado fino.
11. Al volumen antes mencionado se le multiplica el peso específico del agregado fino, para luego encontrar el peso del agregado en cuestión.
12. Los valores obtenidos son el diseño seco, se obtuvo el diseño por humedad según lo hallado en el diseño seco, el contenido de humedad de los agregados y porcentajes de absorción de los mismos.
13. El peso del polietileno reciclado, deviene del porcentaje idóneo respecto al cemento según los ensayos antes descritos.

En el desarrollo de la tesis, se utilizaron métodos y procedimientos los cuales siguen pasos y normas estipulados por la Norma Técnica Peruana (NTP).

Se recolectó los resultados de la ruptura de las probetas del grupo de control y el grupo experimental a los 7,14, y 21 días., los cuales fueron realizados mediante el diseño de mezcla y ensayos antes expuestos.

Para la obtención del polietileno reciclado, se recurrió a las empresas de reciclaje, teniendo un costo incluido transporte de 0.25 soles por kilogramo.



Figura 6. Recolección y compra polietileno reciclado.

Se procede a triturar el polietileno reciclaje, para ello se procedió a buscar una máquina para su trituración uniforme, utilizando esta un motor de 2hp con un rendimiento de 65 kg por hora de polietileno triturado que no supere el tamiz máximo de N°4 mucho menos que no baje en más de 10 % el tamiz N°100 ni un fondo de limo que supere el 10%.



Figura 7. Máquina trituradora de polietileno reciclado.



Figura 8. Producto final polietileno reciclado.

El ensayo granulométrico (NTP 400.012), permite determinar la granulometría de los materiales que se utilizaron como agregados. Los resultados obtenidos fueron utilizados para verificar el cumplimiento de los requerimientos de las especificaciones, aplicados para la producción de diferentes agregados y mezclas que contengan agregados.

Para la presente tesis se ensayaron los siguientes materiales: para el agregado grueso se utilizó la piedra chanchada la cual se realizó los ensayos según la tabla N°. 05, para el agregado fino se analizó el vidrio molido (resultado de la trituración de envases de vidrio reciclado) y arena gruesa los cuales fueron ensayados según la tabla N°. 06, mostrando los valores en los anexos, en acápites de certificados.

Tabla 5.

Tamiz o Malla para A.G.

TAMIZ O MALLA	
Abertura (mm)	N°
50.00	2"
37.5	1 ½"
25.00	1"
19.00	¾"

12.50 ½”
9.50 3/8”

CAZOLETTA

Fuente: Norma NTP 400.012, 2001

Tabla 6.

Tamiz o Malla para A.F.

TAMIZ O MALLA	
Abertura (mm)	N°
4.75	4
2.36	8
1.18	16
0.6	30
0.3	50
0.15	100
0.007	200

CAZOLETTA

Fuente: Norma NTP 400.012,2015.

Los materiales granulométricos que se usaron fueron: agregado grueso, agregado fino; dentro de los equipos se involucra una columna de tamices, con las siguientes mallas: 1 ½”, 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 Y N° 200, balanza, horno a 110°C±5°C, taras y un cucharón metálico.

Para el **procedimiento del Agregado Fino**, se tomó una muestra de agregado de la cantera seleccionada, se procedió a cuartear, luego se pesó la muestra obtenida por el cuarteo, introducimos el agregado en la columna de tamices ordenadas de acuerdo a la norma NTP 400.012, tal como se muestra en el anexo.



Figura 9. Cuarteo del Agregado Fino.

Para el **procedimiento del Polietileno Reciclado**, se tomó una muestra del material el cual paso por un proceso de trituración, se procedió a cuartear el material, luego se pesó la muestra obtenida por el cuarteo, introducimos el material en la columna de tamices ordenadas de acuerdo a la norma NTP 400.012, tal como se muestra en el anexo

Para el **procedimiento del Agregado Grueso**, se tomó una muestra de agregado de la cantera seleccionada, se procedió a cuartear, en seguida fue pesada la muestra obtenida por el cuarteo, se introdujo el agregado en las mallas correctamente ordenadas de acuerdo a la norma NTP 400.012, tal como se muestra en el anexo.

Luego de haber realizado el ensayo para el agregado fino y grueso, se procedió a la realización de los cálculos.



Figura 10. Cuarteo del Agregado Grueso (piedra chancada).

Se realizó el ensayo de contenido de humedad (NTP 339.185), donde se determinó el contenido de humedad de una muestra de suelo, la humedad del suelo estuvo formado por la suma de sus aguas libre, capilar e higroscópica, el método tradicional de determinación de la humedad del suelo en laboratorio, es por medio del secado a horno, donde la humedad de un suelo es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua existente en una determinada masa de suelo y el peso de las partículas sólidas, para lo cual se extraerá según la tabla N°.09 un tamaño determinado de la muestra a analizar, si las partículas sobrepasan del cuadro del tamaño de la muestra del agregado requerirán más tiempo de secado para que la humedad se desplace, no siendo este nuestro caso, para afines se determina la formula según la NTP 339.185.

Tabla 7.

Tamaño de la muestra de agregado.

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en Kg
4,75 (0,187) (No .4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0

37,5 (1 1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

A: Sobre la base de los tamices de la NTP 350.001

B: Determinar la masa para muestras mínimas para agregados ligeros multiplicando el valor indicado por la unidad de masa en base seca del agregado en Kg/m y dividido por 1600

Fuente: NTP 400.036

Fórmula para calcular el contenido de humedad total evaporable.

$$P = 100 (W - D) \cdot D$$

Ecuación 2. Fórmula para hallar el contenido de humedad.

Donde:

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

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos.

D = Masa de la muestra seca en gramos.

Como **material** fue el agregado grueso y/o fino con humedad natural con los equipos y un horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, una balanza, taras y un cucharón metálico y recipiente para las muestras.

Este ensayo se tiene que ser preciso con un margen de error de 0,1% para determinar su contenido de humedad. Todos los datos se detallarán en el anexo

Para el **agregado fino**, en primer lugar, se pesó las taras, luego se tomó un cálculo aproximado de material, se colocó el agregado fino húmedo en las taras y se pesó, se colocó en el horno durante 24 horas a una temperatura de 100°C , posterior al tiempo

transcurrido se dejó enfriar la muestra de agregado a la temperatura ambiente para luego ser pesada (tara + muestra seca) y se realizó el cálculo del Contenido de Humedad (%).



Figura 11. Horno de secado temperatura uniforme de 110 ° C ± 5° C.

Para el **agregado grueso**, se inició con el pesado de taras, luego un cálculo aproximado de material, se colocó el agregado grueso húmedo en las taras y se pesó, se colocó en el horno durante 24 horas a una temperatura de 100°C, se dejó enfriar la muestra de agregado a la temperatura ambiente para luego ser pesada (tara + muestra seca) y finalmente se hace el cálculo del Contenido de Humedad (%).

El peso unitario (NTP 400.017,1999) se determinó en su fase suelta o en su fase compactada, se denomina peso unitario suelto (PUS), cuando para determinarlo se colocó el material seco suavemente en el recipiente hasta el punto de derrame, se niveló al ras con una varilla. Se denominó peso unitario compactado (PUC) cuando el agregado ha sido sometido a compactación incrementando así el grado de acomodamiento de las partículas de agregado y el valor de la masa unitaria.

Para encontrar el Peso Unitario compactado o suelto se aplica el siguiente cálculo el cual determinaremos según la Norma Técnica peruana (NTP 400.017).

$$M = (G - T)/V \quad (1)$$

$$M = (G - T)*F \quad (2)$$

Donde:

Ecuación 1. Fórmula para hallar el peso unitario.

M = Peso Unitario del agregado en kg/m³ (lb/p³)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb)

T = Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V = Volumen de la medida en m³ (p³)

F = Factor de la medida en m⁻³ (p⁻³)

Para determinar el peso unitario por este método de ensayo solo es para agregado en estado seco. Si se desea calcular el peso unitario en estado saturado con superficie seca (SSS), utilice el procedimiento descrito de este método y en este caso calcule el peso unitario SSS con el siguiente calculo.

$$M_{SSS} = M[1 + (A/100)] \quad (3)$$

Ecuación 2. Fórmula para hallar el peso unitario superficial seco.

Donde:

M_{SSS} = Peso Unitario en la condición Saturado Superficial Seco, en kg/m³
(lb/p³)

A = Porcentaje de absorción del agregado determinado de acuerdo con la norma
NTP 400.021 ó NTP 400.022

Para calcular el contenido de vacíos del agregado utilizando el peso unitario calculado según el peso unitario del agregado (01) (02).

$$\% \text{ vacíos} = 100[(S \times W) - M] / (S \times W) \quad (4)$$

Ecuación 3. Fórmula para hallar el porcentaje de vacío.

Donde:

M = Peso Unitario del agregado en kg/m³ (lb/p³)

S = Peso Específico de masa (base seca) determinado de acuerdo con la norma
NTP 400.022

W = Densidad del agua, 998 kg/m³ (62,3 lb/p³)

La expresión de los resultados del peso unitario a una aproximación de 10 kg/m³ (1 lb/p³).

Como material se utilizó agregado grueso y/o fino suficiente para exceder la capacidad del molde; y como equipos una balanza con precisión de 0.1%, una varilla compactadora, una varilla lisa redonda de acero de 5/8" de diámetro y 24" de largo, teniendo un extremo o ambos redondeados a una punta semiesférica de 5/8" de diámetro, un recipiente volumétrico (molde) y un cucharón metálico de tamaño conveniente para llenar el molde.

Se aplicará este método de ensayo el cual determinará las relaciones masa/volumen del agregado y el recipiente, en condiciones de suelto y compactado y también se hallará el cálculo del porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado según su densidad de masa. Todos los datos se detallarán en el anexo. Para obtener el **Peso Unitario Suelto para el Agregado Fino y Grueso**, se determinó que el peso del molde, colocando el molde en un sitio nivelado sobre una bandeja metálica, luego con la ayuda del cucharón metálico se colocó el agregado en el molde desde una altura que no exceda de 2", seguidamente se pasó a nivelar con la varilla, luego se pesó el molde con el agregado anotando así el valor obtenido en kg, el proceso debe hacerse 3 veces (agregado grueso y fino).

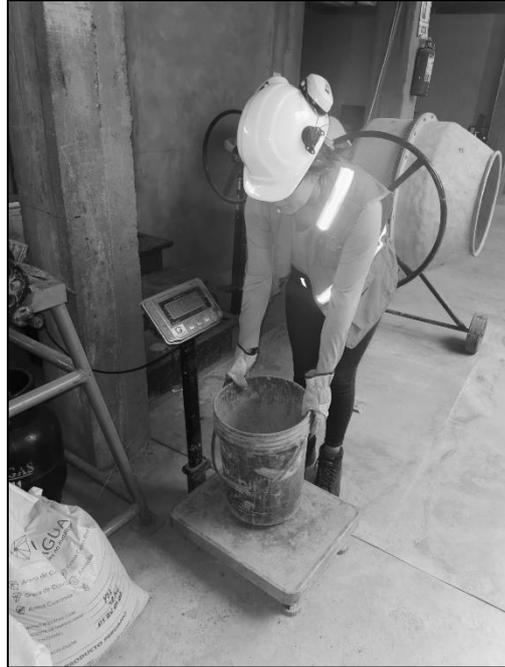


Figura 121. Peso unitario suelto del agregado grueso.

Para obtener el **Peso Unitario Compactado para el Agregado Fino y Grueso**, se determinó el peso del molde, colocando el molde en un sitio nivelado sobre una bandeja metálica, luego se agregó el material en el molde hasta un tercio de su altura, luego se compacta con la varilla con 25 golpes uniformemente, seguidamente se llenó el molde hasta dos tercios su altura, para nuevamente compactar con la varilla con 25 golpes, posteriormente se llenó el molde con una última capa hasta rebosarlo, aplicando así 25 golpes más con la varilla, luego se enrasar con la misma varilla y luego pesamos en la balanza, obteniendo así el peso del material compactado más el molde, este procedimiento se realizó tres veces y luego obtener su promedio.



Figura 23. Peso unitario del material compactado del agregado grueso.

Para obtener el **Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)**, se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso, pero se debe seleccionar la muestra según el método indicado en la NTP 400.010, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección en cuanto al agua que se agregara al diseño, y para el control de uniformidad de sus características físicas. Para realizar este ensayo se deben de cumplir el peso mínimo según el tamaño de la muestra el cual se muestra en la tabla N°. 10 el cual se debe de cumplir los procedimientos y los tamices según los parámetros de las normas NTP 400.022 - ASTM D 448 - ASTM C 702.

En este proceso se necesita sumergir el material para que los poros del material se llenen completamente de agua por lo cual se debe sumergir el material 24 horas este ensayo no es aplicable para materiales ligeros ya que no se garantiza la absorción del agua en su totalidad. Al sumergir las 24 horas aproximadamente luego de retirar el agua se seca el material de la superficie y se pesa la muestra, posteriormente el material es secado, y luego es pesado por tercera vez.

Tabla 8.

Peso mínimo de la muestra de ensayo.

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 ½)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 ½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)

112(4 ½)	50 (110)
125 (5)	75 (165)
150 (6)	125 (276)

Fuente: NTP 400.021

Fórmula para calcular el peso de la masa (Pem).

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Ecuación 4. Fórmula para hallar el peso de la masa.

Donde:

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

B = Peso de muestra saturada superficialmente seca en el aire, en gramos.

C = Peso en el agua de la muestra saturada, en gramos.

Fórmula Peso específico de masa saturada con superficie seca.

$$Pe_{SSS} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

Ecuación 5. Fórmula para hallar el peso de la muestra superficialmente seca el aire.

Donde:

(PeSSS) = Peso de la muestra superficial mente seca en el aire, en gramos.

Fórmula Peso específico aparente.

$$Pe_a = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

Ecuación 6. Fórmula para hallar el peso de la muestra seca al aire.

Donde:

(Pea) = Peso de la muestra seca en el aire, en gramos.

Fórmula Absorción

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

Ecuación 7. Fórmula para hallar la absorción.

Donde:

(Ab) = Peso de la muestra seca en el aire, en gramos.

Como material se usó un agregado grueso recolectado según el procedimiento en la NTP 400.010, y como equipos una balanza sensible a 0,5 g., una franela para que se absorba el agua, taras de los envases y/o recipientes a utilizar, una canastilla metálica con un tamiz N° 6 esto será muy importante para prevenir el aire atrapado en el envase, un tanque con agua para sumergir el material, tamices para tamizar el material y por ultimo estufa y/o horno para el secado.



Figura 34. Peso específico del agregado grueso

Como **procedimiento**, se seleccionó la muestra de agregado grueso, luego se remojó el agregado durante 24 horas en agua, seguido de 24 horas se secó el agregado con una franela, para que éste se encuentre en estado saturado superficialmente seco

(SSS), se pesó una tara en donde se colocó el agregado, se pesó la muestra en estado de las SSS con la tara, se depositó la muestra en una canastilla metálica, la cual fue sumergida en el tanque con agua, sujeta a un gancho la cual conectaba con una balanza, se obtuvo así el peso sumergido del agregado, luego se colocó la muestra en una tara, la cual fue pesada y después colocada en el horno durante 24 horas, se retiró la muestra del horno, la cual fue pesada nuevamente. Todos los datos se detallarán .

Para obtener el **Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)**, es importante saber que la densidad relativa (gravedad específica) (SSD) es la característica general para el volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas de concreto en el que se contienen agregados, cemento Portland, y otras mezclas que son analizadas sobre el volumen absoluto. (SSD) también se utiliza en el cálculo de los vacíos entre partículas en la NTP 400.036. También se utiliza en la determinación de la humedad superficial del agregado fino por desplazamiento de agua en el Método de Ensayo de la ASTM C70.

También la (SSD) se usa si el agregado está húmedo, es decir, si su absorción se ha cumplido. Caso contrario, la densidad o densidad relativa (gravedad específica) (OD) se utiliza cuando el agregado está seco.

La densidad aparente y la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) define que el material sólido que componen sus partículas, no incluye el espacio de los poros dentro de las partículas del cual sea accesible al agua. Este valor no se utiliza comúnmente en la tecnología de construcción.

Los valores de absorción se usan para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida en los espacios de los poros dentro de las partículas, en comparación con la condición seca. En resumen, de las 3 aplicaciones peso específico es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de

material, a la masa del mismo volumen de agua a temperaturas indicadas. Absorción es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en agua.

Como material se usó un agregado fino, un molde de cono truncado, un apisonador, una balanza, taras, un frasco Le Chatelier de 1 ml, agua y una estufa y/o horno.



Figura 15. Frasco de Le Chatelier ensayo al agregado fino (arena gruesa).

Como **procedimiento**, se seleccionó la muestra de agregado fino, se remojo el agregado durante 24 horas en agua, se dejó secar a la intemperie a temperatura ambiente para que éste se encuentre en estado saturado superficialmente seco (SSS), luego se comprobó si la muestra estaba en estado de las SSS, realizando así un ensayo en un pequeño cono metálico truncado con un apisonador, el cono metálico es colocado con su diámetro mayor debajo, luego se introduce el agregado hasta rebasar el cono luego se compactada con 25 golpes, después se enrasa y finalmente el conito es levantado para así comprobar si el agregado está o no en estado saturado superficialmente seco, después se pesó una tara en donde se colocó el agregado, luego pesamos la muestra en estado de las SSS (500 gr) con la tara, después pasamos a pesar en el frasco de Le Chatelier, para luego

llenar de agua hasta los 1000 ml y pesamos, obteniendo así el peso del frasco de Le Chatelier, más el agua, seguidamente se vació un poco del agua que se encuentra en el Frasco de Le Chatelier, para así introducir el agregado fino (500 gr), agitamos el frasco de Le Chatelier, que contiene al agregado aproximadamente durante 20 minutos, después del tiempo transcurrido se llena el frasco de Le Chatelier, con agua hasta los 1000 ml y pesamos, finalmente se colocó el material que se encuentre en el frasco de Le Chatelier, en una tara y se colocó en el horno durante 24 horas y por último se lo pesó.

Para la **determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75 μm (N° 200) en agregados (NTP 400.018, 2002)**, la muestra de material fue lavada de la manera prescrita, utilizando agua libre de impurezas o agua que contenía un agente humectante, cuando se especificó. La pérdida en masa que resulta del tratamiento de lavado se calculó como un porcentaje de masa del espécimen original y se informa como el porcentaje de material más fino que el tamiz de 0,075 mm (N° 200) por lavado. Para realizar este ensayo se deben de cumplir el peso mínimo según el tamaño de la muestra el cual se muestra en la tabla N° 11 el cual se debe de cumplir los procedimientos y los términos utilizados en esta NTP, tenemos como referencias a las NTP 400.011, NTP 339.037 y NTP 339.047.

Tabla 9.

Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso global.

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)

63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: NTP 400.018

Finalmente, con la porción más fina que la malla de 4,75 mm (N° 4), puede quedar reducida utilizando un sacudidor mecánico según el método ASTM C 702. Si se siguió este procedimiento, calcular la masa.

$$A = \frac{W_1}{W_2} \times B$$

Ecuación 8. Fórmula para hallar el incremento de masa.

Donde:

A = masa del incremento de la medida sobre la base de la muestra total.

W1 = masa de la fracción más fina que la malla de 4,75 mm (N° 4) en la muestra total.

W2 = masa de la porción reducida de material más fino que la malla de 4,75 mm (N° 4) efectivamente tamizada.

B = masa del incremento en la porción reducida tamizada.

Se tiene como material a una muestra de agregado fino, balanza que de exactitud y aproximación de 0,1 g y exacta a 0,1 g ó 0,1 % de la masa de la muestra, los tamices deberán cumplir con la NTP 350.001, un contenedor de vidrio y/o acero, un horno de medidas apropiadas capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y un agitador mecánico de tamices el cual debe de tener un tiempo prudente de 10 minutos como máximo.



Figura 46. Columna de tamices.

Como procedimiento, se seleccionó la muestra de agregados, se colocó la muestra de ensayo en un contenedor y se cubrió con agua, se empezó a agitar la muestra de ensayo y así se obtuvo una completa separación de todas las partículas más finas, se vertió el agua de lavado en el tamiz N° 200, después se agregó una segunda carga de agua, agitamos y vertemos nuevamente el agua de lavado en el tamiz, el proceso se realizó varias veces, si necesario hasta que el agua esté completamente clara, se colocó el material completamente limpio en una tara, se pesó y luego se colocó en un horno a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, ya así se obtuvieron los resultados finales.

En el caso de la **medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams (NTP 339.035)**, mide la distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se informa como el asentamiento del concreto (Slump).

Se tiene como material la muestra de concreto fresco, y como equipos, el cono de Abrams, una varilla compactadora lisa, una bandeja metálica, un cucharón metálico una wincha metálica.

Como procedimiento, se humedeció el interior del molde cónico, colocándose en el molde sobre una bandeja metálica, ésta debe estar en una superficie plana, se sujetó firmemente el molde por las aletas con los pies, se llena el molde con concreto en tres capas, cada capa de un tercio del volumen del molde cónico, se compacto con la varilla con 25 golpes cada una, después de la última capa se enrasamos con la varilla, luego se limpió los bordes del cono de concreto sobrante esparcido, separados los pies a ambos lados de las aletas del cono y levantados cuidadosamente de forma vertical y colocados el cono de forma invertida (diámetro menor debajo), seguidamente se colocó la varilla encima del cono para así medir el asentamiento del concreto en pulgadas.



Figura 17. Ensayo al concreto fresco con el cono de Abrams.

Para obtener el **Peso unitario del concreto fresco (NTP 339.046, 2008)**, la Norma Técnica Peruana establece un método de ensayo para determinar la densidad del concreto fresco y da las fórmulas para calcular el rendimiento, contenido de cemento y el contenido de aire del concreto. El producto de los datos se define como el volumen de concreto producido con una mezcla de cantidades conocidas de los materiales componentes.

Como material se obtuvo la muestra de concreto fresco, dentro de los equipos se utilizó el molde, una varilla metálica, una balanza, un mazo de goma y una plancha metálica.

Como parte del procedimiento, en un inicio, se pesó el molde, luego se humedeció el molde cilíndrico, luego se colocó el concreto en tres capas, a cada capa se compacta con 25 golpes y se lo golpea con un mazo de goma de 10 a 15 golpes, después se enraza con la varilla metálica, se pulió con una plancha metálica, se limpió los residuos de concreto alrededor del molde y luego se pesó, obteniendo así el peso del molde más el concreto fresco.

Para obtener la **temperatura de mezclas frescas del concreto (NTP 339.184, 2002)** el ensayo permitió medir la temperatura de mezclas de concreto recién mezclado, la temperatura medida representó la temperatura al tiempo del ensayo y puede no ser indicativa de la temperatura del concreto recién mezclado a un tiempo posterior. Pudo ser usado para verificar que el concreto satisfaga un requisito específico de temperatura.

Se necesitó una muestra de concreto fresco, y un termómetro para concreto.

El **procedimiento** es el siguiente, se colocó el termómetro en el concreto, para obtener la temperatura del mismo.



Figura 18. Termómetro para concreto.

El **esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto (NTP 339.034, 2008)**, es un ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a los cilindros moldeados o núcleos a una velocidad que se encuentre dentro de un rango prescrito hasta que ocurrió la falla. La resistencia a la compresión de un espécimen se calculó dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo por el área de la sección transversal del espécimen. El máximo diámetro del bloque y de la probeta no excederán según la tabla N°.12, Los resultados de este ensayo es utilizado como referencia para el control de calidad del concreto, proporciones, mezclado, operaciones de colocación y control para la evaluación de la efectividad de los añadidos, en este caso el polietileno reciclado.

Tabla 10.

Máximo diámetro del bloque y de la probeta.

Díámetro de probeta de ensayo mm	Máximo diámetro mm
50	105
75	130
100	165
150	255
200	280

Fuente: NTP 339.034

Estos ensayos de esfuerzo a la compresión deberán reportar según la NTP 339.034 los siguientes datos, los cuales son recopilados para su posterior análisis y resultados, posteriormente se detalla según la figura 23, los tipos de fractura que se visualizan después del ensayo ya que este aportara significativamente el tipo de fatiga que sufrió.

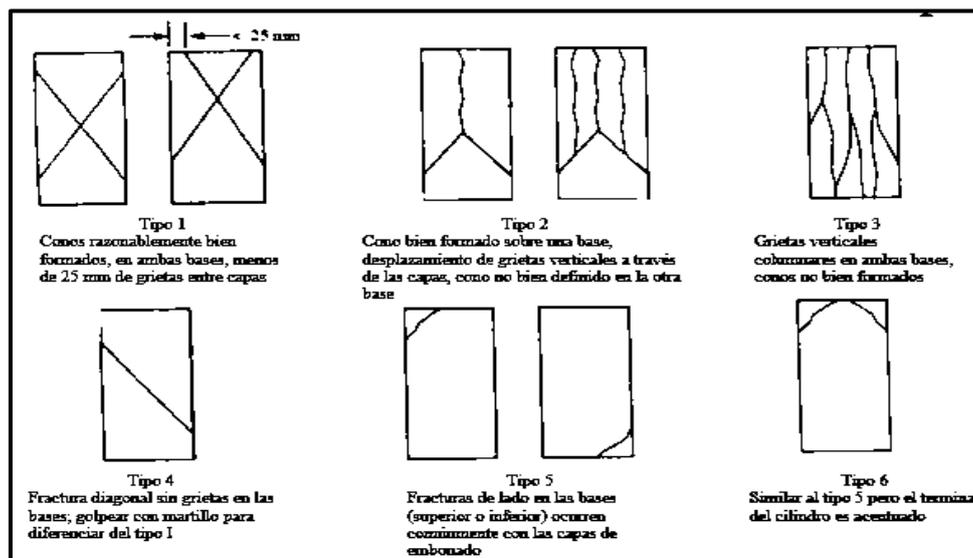


Figura 19. Esquema de los patrones de tipos de fracturas.

Fuente: NTP 339.034.

Se utilizó una máquina de Ensayo a Compresión, un deformímetro, las probetas cilíndricas de concreto, el vernier, una wincha, y el cronómetro.

Como **procedimiento**, se midió el diámetro de las probetas a ser ensayadas dos veces de forma perpendicular con un vernier, también se midió la altura de las probetas dos veces con la ayuda de una wincha, se colocó la probeta de concreto en la máquina de ensayo a compresión, se colocó el deformímetro en 0 y se anota la deformación cada 1000 kg de carga axial, hasta la rotura de la probeta.



Figura 20. Curado de testigos.



Figura 21. Máquina de ensayo a compresión.

La Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar la **resistencia a la flexión NTP 339.078** de probetas en forma de vigas simplemente apoyadas, moldeadas con concreto o de probetas cortadas extraídas de concreto endurecido y ensayadas con cargas a los tercios de la luz.

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga a los tercios de la luz en una probeta de ensayo en forma de viga, hasta que la falla ocurra. El módulo de rotura, se calculará, según que la grieta se localice dentro del tercio medio o a una distancia de éste, no mayor del 5% de la luz libre. Para este ensayo se prepararon 3 vigas para ser ensayadas a los 28 días para el concreto patrón y de alta densidad para las relaciones $a/c = 0,50; 0,55$ y $0,60$.

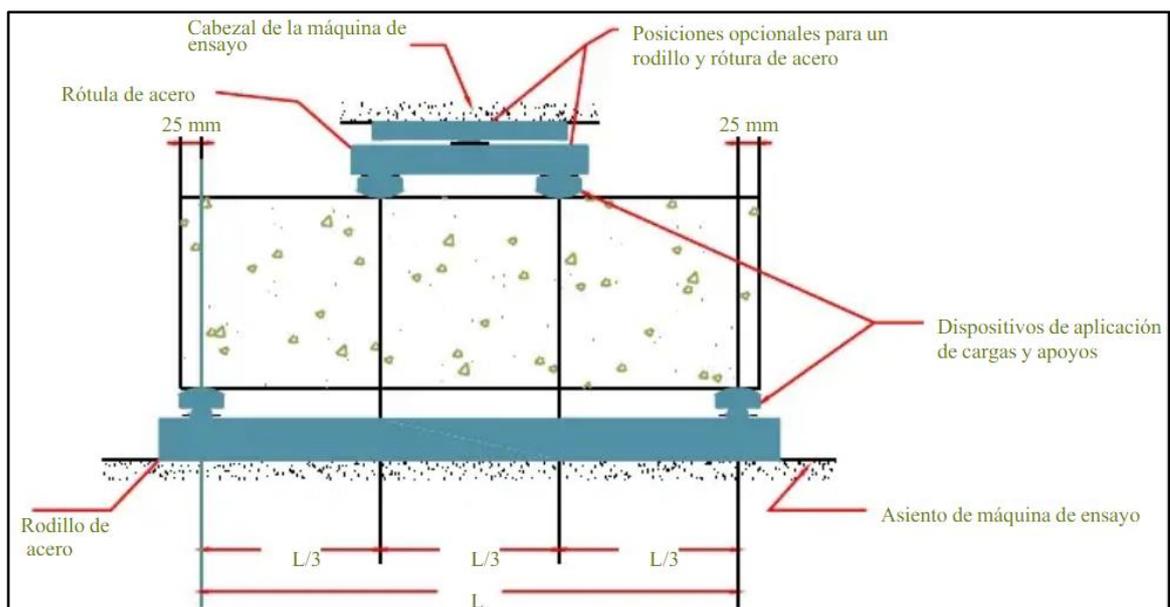


Figura 52. Ensayo a la flexión con carga a los dos tercios.

Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema entre $0,86$ MPa/min y $1,21$ MPa/min, hasta producir la rotura de la viga.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

INFERENCIA ESTADÍSTICA

Los resultados en el presente capítulo se fundamentan en el orden de los objetivos e hipótesis como se detalla a continuación.

Objetivo específico 1.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020.

Hipótesis específico 1.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

Para la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más optima adicionando polietileno reciclado, Lima Norte 2020.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe un aumento significativo entre las medidas de las Resistencias a la compresión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo del concreto tradicional.

Promedio de la Resistencia a la compresión con tratamiento \leq

Promedio de la Resistencia a la compresión sin tratamiento

Hipótesis Alterna (H_a): Si existe un aumento significativo entre las medidas de las Resistencias a la compresión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo del concreto tradicional.

Promedio de la Resistencia a la compresión con tratamiento $>$

Promedio de la Resistencia a la compresión sin tratamiento

El tratamiento del diseño consiste en obtener 3 tipos de muestras de concreto con la mezcla patrón y añadiendo polietileno reciclado en porcentajes del 5%, 10% y 15%.

Tabla 11

Valores de los ensayos a compresión.

Descripción	Días	Esfuerzo (kg/cm²)	Esfuerzo a los 28 días (kg/cm²)
Diseño de mezcla patrón.	7.00	169.00	210.46
Diseño de mezcla patrón.	7.00	170.00	210.92
Diseño de mezcla patrón.	7.00	171.00	209.82
Diseño de mezcla patrón.	14.00	200.00	210.08
Diseño de mezcla patrón.	14.00	201.00	210.47
Diseño de mezcla patrón.	14.00	203.00	202.80
Diseño de mezcla patrón.	28.00	242.00	242.00
Diseño de mezcla patrón.	28.00	244.00	244.00
Diseño de mezcla patrón.	28.00	246.00	246.00
Diseño de mezcla con añadido de 5% de fibra de vidrio.	7.00	176.00	209.77
Diseño de mezcla con añadido de 5% de fibra de vidrio.	7.00	176.00	210.27
Diseño de mezcla con añadido de 5% de fibra de vidrio.	7.00	174.00	210.14
Diseño de mezcla con añadido de 5% de fibra de vidrio.	14.00	211.00	209.53
Diseño de mezcla con añadido de 5% de fibra de vidrio.	14.00	210.00	209.79
Diseño de mezcla con añadido de 5% de fibra de vidrio.	14.00	210.00	210.42

Diseño de mezcla con añadido de 5% de fibra de vidrio.	28.00	251.00	251.00
Diseño de mezcla con añadido de 5% de fibra de vidrio.	28.00	260.00	260.00
Diseño de mezcla con añadido de 5% de fibra de vidrio.	28.00	261.00	261.00
Diseño de mezcla con añadido de 10% de fibra de vidrio.	7.00	161.00	210.46
Diseño de mezcla con añadido de 10% de fibra de vidrio.	7.00	161.00	209.91
Diseño de mezcla con añadido de 10% de fibra de vidrio.	7.00	160.00	209.42
Diseño de mezcla con añadido de 10% de fibra de vidrio.	14.00	189.00	210.23
Diseño de mezcla con añadido de 10% de fibra de vidrio.	14.00	192.00	210.53
Diseño de mezcla con añadido de 10% de fibra de vidrio.	14.00	188.00	210.06
Diseño de mezcla con añadido de 10% de fibra de vidrio.	28.00	215.00	215.00
Diseño de mezcla con añadido de 10% de fibra de vidrio.	28.00	213.00	213.00
Diseño de mezcla con añadido de 10% de fibra de vidrio.	28.00	217.00	217.00
Diseño de mezcla con añadido de 15% de fibra de vidrio.	7.00	127.00	210.61
Diseño de mezcla con añadido de 15% de fibra de vidrio.	7.00	131.00	210.27
Diseño de mezcla con añadido de 15% de fibra de vidrio.	7.00	129.00	209.42
Diseño de mezcla con añadido de 15% de fibra de vidrio.	14.00	186.00	209.70

Diseño de mezcla con añadido de 15% de fibra de vidrio.	14.00	180.00	210.53
Diseño de mezcla con añadido de 15% de fibra de vidrio.	14.00	176.00	198.42
Diseño de mezcla con añadido de 15% de fibra de vidrio.	28.00	209.00	209.00
Diseño de mezcla con añadido de 15% de fibra de vidrio.	28.00	203.00	203.00
Diseño de mezcla con añadido de 15% de fibra de vidrio.	28.00	207.00	207.00

Análisis Descriptivo

		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
		Recuento	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
TIPO DE DISEÑO	Mezcla Patrón	3	244,00	246,00	242,00	2,00
	Polietileno Reciclado al 5%	3	257,33	261,00	251,00	5,51
	Polietileno Reciclado al 10%	3	215,00	217,00	213,00	2,00
	Polietileno Reciclado al 15%	3	206,33	209,00	203,00	3,06

De los resultados obtenidos notamos claramente que sólo la media de la resistencia a la compresión del grupo experimental del 5% es mayor al del patrón, ahora mediante la prueba de hipótesis determinaremos si esta diferencia es significativa o no.

Consideraciones de la prueba

- Definimos nuestro nivel de significancia $\alpha=0.05$ (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuesto a asumir al realizar nuestra prueba.
- Para el análisis de la prueba, utilizaremos la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes debido a que la investigación es de tipo transversal, es decir

se trata de dos grupos en comparación, donde la variable Resistencia a la compresión es de tipo cuantitativa (medible) y el tamaño de las muestras de cada grupo son pequeñas menores a 30.

- Antes de realizar esta prueba previamente se tiene que corroborar los supuestos de Normalidad y Homogeneidad.
- Todas las pruebas se realizarán con el programa estadístico SPSS v.25.

Normalidad

- Existen dos métodos para probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes y la de Chapiro Wilk para muestras pequeñas, para nuestro caso utilizaremos la de Chapiro Wilk por ser una muestra pequeña.
- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

- Criterio para determinar la normalidad

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

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

Resultados de la prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad							
	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mezcla Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Polietileno Reciclado al 5%	,353	3	.	,824	3	,174
	Polietileno Reciclado al 10%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Polietileno Reciclado al 15%	,253	3	.	,964	3	,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

Decisión

Como Los p-valores sig tanto del patrón como los experimentales son mayores > 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula.

Conclusión

Se concluye que la variable resistencia a la compresión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
- Planteamiento de las hipótesis
 H_0 : Las varianzas en ambos grupos son iguales
 H_a : Existe diferencia significativa entre las varianzas
- Criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0 .

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con 5% de Polietileno Reciclado.

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se asumen varianzas iguales	5,083	,087	3,941	4	,017	13,33333	3,38296	3,94072	22,72595
	No se asumen varianzas iguales			3,941	2,518	,040	13,33333	3,38296	1,30358	25,36309

- De la prueba de Levene, se tiene que el pvalor sig es igual a $0.082 > 0.05$, entonces aceptamos H_0 , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales.
- De la prueba T Student, como el estadístico $t > 0$, entonces según la regla de decisión $pvalor=0.017/2=0.0085$.
- Como $0.0085 < 0.05$ entonces Rechazamos H_0 y aceptamos H_a .

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con 10% de Polietileno Reciclado

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se asumen varianzas iguales	,000	1,000	-17,759	4	,000	-29,00000	1,63299	-33,53392	-24,46608
	No se asumen varianzas iguales			-17,759	4,000	,000	-29,00000	1,63299	-33,53392	-24,46608

- De la prueba de Levene, como el pvalor sig es igual a $1.000 > 0.05$, entonces aceptamos H_0 , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales.

- De la prueba T Student, como el estadístico $t < 0$, entonces según la regla de decisión No Rechazamos Ho.

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con 15% de Polietileno Reciclado

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se asumen varianzas iguales	,727	,442	-17,867	4	,000	-37,66667	2,10819	-43,51993	-31,81341
	No se asumen varianzas iguales			-17,867	3,448	,000	-37,66667	2,10819	-43,90843	-31,42490

- De la prueba de Levene, como el pvalor sig es igual a $0.727 > 0.05$, entonces aceptamos Ho, lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales.
- De la prueba T Student, como el estadístico $t < 0$, entonces según la regla de decisión No Rechazamos Ho.

Objetivo específico 2.

Determinar la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020.

Hipótesis específico 2.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

Para la evaluación de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más óptima adicionando polietileno reciclado, Lima Norte 2020.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe un aumento significativo entre las medidas de las

Resistencias a la flexión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo del concreto tradicional.

Promedio de la Resistencia a la flexión con tratamiento \leq Promedio de la Resistencia a la flexión sin tratamiento

Hipótesis Alternativa (H_a): Si existe un aumento significativo entre las medidas de las

Resistencias a la flexión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo del concreto tradicional.

Promedio de la Resistencia a la flexión con tratamiento $>$ Promedio de la Resistencia a la flexión sin tratamiento

El tratamiento del diseño consiste en obtener 3 tipos de muestras de concreto con la mezcla patrón y añadiendo polietileno reciclado en porcentajes del 5%, 10% y 15%.

Tabla 12

Valores de los ensayos a la flexión.

Descripción	Días	Módulo de rotura (kg/cm ²)
Diseño de mezcla patrón	28.00	44.00
Diseño de mezcla patrón	28.00	43.00
Diseño de mezcla patrón	28.00	44.00
Diseño de mezcla con añadido de 5% de polietileno reciclado.	28.00	49.00

Diseño de mezcla con añadido de 5% de polietileno reciclado.	28.00	49.00
Diseño de mezcla con añadido de 5% de polietileno reciclado.	28.00	48.00
Diseño de mezcla con añadido de 10% de polietileno reciclado.	28.00	41.00
Diseño de mezcla con añadido de 10% de polietileno reciclado.	28.00	41.00
Diseño de mezcla con añadido de 10% de polietileno reciclado.	28.00	42.00
Diseño de mezcla con añadido de 15% de polietileno reciclado.	28.00	38.00
Diseño de mezcla con añadido de 15% de polietileno reciclado.	28.00	39.00
Diseño de mezcla con añadido de 15% de polietileno reciclado.	28.00	39.00

Análisis Descriptivo

		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN				
		Media	Recuento	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
TIPO DE DISEÑO	Mezcla Patrón	43,67	3	44,00	43,00	,58
	Polietileno Reciclado al 5%	48,67	3	49,00	48,00	,58
	Polietileno Reciclado al 10%	41,33	3	42,00	41,00	,58
	Polietileno Reciclado al 15%	38,67	3	39,00	38,00	,58

De los resultados obtenidos notamos claramente que sólo la media de la resistencia a la flexión del grupo experimental del 5% es mayor al del patrón, ahora mediante la prueba de hipótesis determinaremos si esta diferencia es significativa o no.

Consideraciones de la prueba

- Definimos nuestro nivel de significancia $\alpha=0.05$ (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuesto a asumir al realizar nuestra prueba.
- Para el análisis de la prueba, utilizaremos la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes debido a que la investigación es de tipo transversal, es decir se trata de dos grupos en comparación, donde la variable Resistencia a la flexión es de tipo cuantitativa (medible) y el tamaño de las muestras de cada grupo son pequeñas menores a 30.
- Antes de realizar esta prueba previamente se tiene que corroborar los supuestos de Normalidad y Homogeneidad.
- Todas las pruebas se realizarán con el programa estadístico SPSS v.25.

Normalidad

- Existen dos métodos para probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes y la de Chapiro Wilk para muestras pequeñas, para nuestro caso utilizaremos la de Chapiro Wilk por ser una muestra pequeña.
- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

- Criterio para determinar la normalidad

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

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

Resultados de la prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad							
	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Mezcla Patrón	,253	3	.	,964	3	,637
	Polietileno Reciclado al 5%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Polietileno Reciclado al 10%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Polietileno Reciclado al 15%	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Decisión

Como Los p-valores sig tanto del patrón como los experimentales son mayores > 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula.

Conclusión

Se concluye que la variable resistencia a la compresión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
- Planteamiento de las hipótesis
Ho: Las varianzas en ambos grupos son iguales
Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas
- Criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas

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

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

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con 5% de Polietileno Reciclado

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Se asumen varianzas iguales	,082	,789	7,112	4	,002	5,16667	,72648	3,14963	7,18371
	No se asumen varianzas iguales			7,112	3,741	,003	5,16667	,72648	3,09332	7,24001

- De la prueba de Levene, se tiene que el pvalor sig es igual a $0.789 > 0.05$, entonces aceptamos H_0 , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales.
- De la prueba T Student, como el estadístico $t > 0$, entonces según la regla de decisión $pvalor=0.002/2=0.001$.
- Como $0.001 < 0.05$ entonces Rechazamos H_0 y aceptamos H_a .

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con 10% de Polietileno Reciclado

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior

									Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Se asumen varianzas iguales	,082	,789	-3,900	4	,018	-2,83333	,72648	-4,85037	-,81629
	No se asumen varianzas iguales			-3,900	3,741	,020	-2,83333	,72648	-4,90668	-,75999

- De la prueba de Levene, como el pvalor sig es igual a $0.789 > 0.05$, entonces aceptamos H_0 , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales.
- De la prueba T Student, como el estadístico $t < 0$, entonces según la regla de decisión No Rechazamos H_0 .

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con 15% de Polietileno Reciclado

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Se asumen varianzas iguales	,082	,789	-6,653	4	,003	-4,83333	,72648	-6,85037	-2,81629
	No se asumen varianzas iguales			-6,653	3,741	,003	-4,83333	,72648	-6,90668	-2,75999

- De la prueba de Levene, como el pvalor sig es igual a $0.789 > 0.05$, entonces aceptamos H_0 , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales.

- De la prueba T Student, como el estadístico $t < 0$, entonces según la regla de decisión
No Rechazamos H_0 .

Objetivo específico 3.

Determinar la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020.

Hipótesis específico 3.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

Para la evaluación de la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más óptima adicionando polietileno reciclado, Lima Norte 2020.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H_0): No son óptimas la evaluación de la trabajabilidad del concreto
 $f'c=210$ kg/cm² adicionando polietileno reciclado

$$Slum \neq \langle 3, 4 \rangle$$

Hipótesis Alterna (H_a): Si son óptimas la evaluación de la trabajabilidad del concreto
 $f'c=210$ kg/cm² adicionando polietileno reciclado

$$Slum \neq [3, 4]$$

El tratamiento del diseño consiste en obtener 3 tipos de muestras de concreto con la mezcla patrón y añadiendo polietileno reciclado en porcentajes del 5%, 10% y 15%.

Tabla 13
Asentamiento

Descripción	Slump (pulg)
Diseño de mezcla patrón	4 1/2"
Diseño de mezcla con añadido de 5% de polietileno reciclado.	4"
Diseño de mezcla con añadido de 10% de polietileno reciclado.	4 1/2"
Diseño de mezcla con añadido de 15% de polietileno reciclado.	4"

De la tabla notamos que los promedios de la consistencia plástica son mayores o iguales a 4", por lo tanto, probaremos si estos valores son iguales a 4"

Para esto aplicaremos la prueba T para una muestra

Prueba para una muestra con 5% de Polietileno Reciclado						
	Valor de prueba = 4					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
TRABAJABILIDAD	-,945	2	,444	-,01667	-,0926	,0592

- Como p valor sig =0.444 y mayor a 0.05 entonces no rechazamos Ho

Prueba para una muestra con 10% de Polietileno Reciclado						
	Valor de prueba = 4					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
TRABAJABILIDAD	8,660	2	,013	,50000	,2516	,7484

- Como p valor sig =0.013 y menor a 0.05 entonces rechazamos Ho y Aceptamos Ha

Prueba para una muestra con 15% de Polietileno Reciclado						
	Valor de prueba = 4					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
TRABAJABILIDAD	,000	2	1,000	,00000	-,1242	,1242

- Como p valor sig =1.000 y es mayor a 0.05 entonces No rechazamos Ho

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1.DISCUSIÓN.

En el estudio realizado por Reyes (2018), titulada “Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta - Ate - Lima Este (2018)” para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú, se concluyó que al incrementar la dosificación del polietileno tereftalato (PET) reciclado en forma de fibras de 0,5% a 1,5% se observa la disminución de la resistencia a compresión y del asentamiento, en el ensayo a tracción por compresión diametral no se ve una influencia alguna; mientras que en el ensayo a flexión se optimiza la resistencia aumentando un 5% respecto a los resultados del diseño patrón. Finalmente, con la adición del aditivo plastificante Visco Crete se mejora el asentamiento de los diferentes diseños, aumentando la resistencia a compresión, flexión y tracción por compresión diametral, mientras que para esta investigación no se requirió aditivo alguna para demostrar su mejora no solo en compresión del concreto, sino también en flexión y asentamiento.

Asimismo, según Manzano (2014) en su tesis para optar el título de ingeniería civil, “Evaluación del efecto en la contracción del concreto con fibras estructurales de polipropileno” Pontificia universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. se concluye que el ancho promedio de la fisuras en el concreto se reduce en más del 95% cuando la adición de fibras de polipropileno tiene una cuantía de 3.2 Kg/m³, estas fisuras no son fácilmente visibles y pueden tomarse en el aspecto estético como aceptables, por lo cual la presente investigación manifiesta que las fibras de polipropileno en porcentajes de 2.4 Kg/m³ – 2.8 Kg/m³, son altamente eficientes en la mitigación de las fisuras por contracción plástica, y trabajan mejor que un concreto elaborado con refuerzo de malla electro

soldada, pero en esta investigación no mencionan el comportamiento mecánico del concreto experimental per se sin adición de ningún refuerzo, como si se hace en esta investigación.

4.2. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados, estadísticamente se concluye que con un nivel de significancia del 5%:

- Si existe un aumento significativo de la resistencia a la compresión al añadir 5% de polietileno reciclado a la mezcla patrón.
- No existe un aumento significativo de la resistencia a la compresión al añadir 10% de polietileno reciclado a la mezcla patrón.
- No existe un aumento significativo de la resistencia a la compresión al añadir 15% de polietileno reciclado a la mezcla patrón.
- Si existe un aumento significativo de la resistencia a la flexión al añadir 5% de polietileno reciclado a la mezcla patrón.
- No existe un aumento significativo de la resistencia a la flexión al añadir 10% de polietileno reciclado a la mezcla patrón.
- No existe un aumento significativo de la resistencia a la flexión al añadir 15% de polietileno reciclado a la mezcla patrón.
- La consistencia plástica al añadir 5% de polietileno reciclado es igual a 4”.
- La consistencia plástica al añadir 10% de polietileno reciclado es significativamente mayor a 4”.
- La consistencia plástica al añadir 15% de polietileno reciclado es igual a 4”.

Por lo tanto, de acuerdo a los valores antes mencionados, el concreto con adición de polietileno reciclado al 5% es el más óptimo, ya que posee una resistencia a la compresión significativa por encima del patrón y los añadidos, aumentando así una propiedad per se

del concreto, asimismo para la resistencia a la flexión, este porcentaje aumenta la misma de manera significativa, aportando una propiedad que el concreto posee de manera muy baja y por último, la consistencia con la cual trabaja de manera óptima es plástica, dado que su Slump es de 4”.

RECOMENDACIONES

Es recomendable, a partir de este estudio, analizar en cuanto influye en la flexión y el ahorro en refuerzo de acero que se tendría, si este último es significativo

Por otro lado, convendría saber el diseño de mezcla con adición de polietileno reciclado, para concretos autocompactantes, ya que podría darse el caso de no contar con espacio suficiente para vibrarlo de manera tradicional.

Asimismo se debería realizar otro estudio de la posibilidad de industrializar esta adición para hacerlo rentable tanto en costo como en tiempo, ya que los costos son más elevados como se podrá apreciar en el anexo 2, siendo el valor del diseño patrón S/. 223.63 x m³ y el concreto con 5% de polietileno reciclado S/. 230.66 x m³, es decir un 3.14% más elevado el concreto experimental que el patrón, porque el Perú aún no tiene una sólida industria del reciclaje.

REFERENCIAS

- Armas, C. 2016. Efectos de la adición de fibras de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto Hidráulico. Chiclayo, : s.n., 2016.
- ASTM C642 -2013 Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete.
- ASTM C231 / C231M -2014 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
- ASTM C496 / C496M -2011 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
- Baufer Raffo y Perez Calagua, (2015). Análisis comparativo del enrocado y del sistema bolsacreto en la construcción de la rada interior del proyecto lima marina club, costa verde.
- Burgos Pauro, Edwin Galvan (2012). Variación del módulo de finura del agregado fino de 3.0 al 3.6 en concretos de mediana a baja resistencia.
- Caballero Meza, Flores Lengua. - 2016. Elaboración de bloques de cemento reutilizando el plástico polietileno-tereftalato como alternativa sostenible para la construcción.
- Cuadrado-Rica, H., Sebaibi, N., Boutouil, M., & Boudart, B. (2016). Properties of ordinary concretes incorporating crushed queen scallop shells. *Materials and Structures*, 49(5), 1805-1816.
- Economipedia. (2015). Recuperado de <http://economipedia.com/definiciones/r-cuadrado-coeficiente-determinacion.html>.

Garay Pichardo y Quispe Cotrina, (2016), Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante. _

Martínez-Barrera, G., Hernández-Zaragoza, J. B., López-Lara, T., & Menchaca-Campos, C. (2015). Materiales Sustentables y Reciclados en la Construcción. OmniaScience Monographs.

Millán Castillo, María Fernanda, (2013) Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de polipropileno e influencia en sus propiedades mecánicas en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua-Ecuador, Ecuador.

Morales Carhuayano, Milles Roberto (2016). Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado. Recuperado de:
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5542> _

Lopes, J. 2015,. Analisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macro fibras de polipropileno. Mexico, : s.n., 2015,.

Rosas, H. (2017). “Uso de ladrillo de arcilla con exceso de cocción como agregado grueso en concretos hidráulicos”. Tesis en ejecución. Universidad de Piura.

Parizaca Quispe, Ronny (2015). Comportamiento de la trabajabilidad y la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros súper absorbentes en la ciudad de Puno.

Quintero Bladón, Rico (2016). Propiedades mecánicas de un concreto reforzado con fibras de PET reciclado, Bogotá.

Rebosov Nicolás, (2015), Producción del cemento Portland. _

Tamayo, Ignacio (2015). Análisis de Varianza. _

Vasquez, I. 2014. Influencia del incremento de volumen de fibra de polipropileno en la resistencia a la flexión, tracción y trabajabilidad de un concreto reforzado,. lima, : s.n., 2014.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM ² CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Dimensiones	Diseño de la investigación
	<p>Problema general: ¿Cómo determinar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cómo determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020?</p> <p>¿Cómo determinar la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020?</p> <p>¿Cómo determinar la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020</p> <p>Determinar la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020</p> <p>Determinar la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno reciclado, Lima Norte 2020</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Para la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más óptima adicionando polietileno reciclado. Lima 2020.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>Para la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más óptima adicionando polietileno reciclado. Lima 2020.</p> <p>Para la evaluación de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más óptima adicionando polietileno reciclado. Lima 2020.</p> <p>Para la evaluación de trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm², es más óptima adicionando polietileno reciclado. Lima 2020.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Polietileno reciclado.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Propiedades mecánicas.</p>	<p>Diseño: Cuasi experimental.</p> <p>En tiempo: Transversal</p>

Anexo 02. Comparación de costos

Tabla 14

Diseño Patrón

MATERIALES	Unidad	Cantidad	PU	P.T./ m3
Cemento Tipo I	Kg	365	0.390	142.35
Agua	l	190	0.012	2.28
Agregado Fino	Kg	799	0.038	30.36
Agregado Grueso	Kg	1024	0.0475	48.64
				S/. 223.63

Tabla 15

Diseño + 5% polietileno reciclado

MATERIALES	Unidad	Cantidad	PU	P.T./ m3
Cemento Sol Tipo I	Kg	365	0.390	142.35
Agua	l	190	0.012	2.28
Agregado Fino	Kg	799	0.038	30.36
Agregado Grueso	Kg	1024	0.0475	48.64
Polietileno Reciclado	Kg	18.25	0.385	7.03
				S/. 230.66

Tabla 16

Diseño + 10% polietileno reciclado

MATERIALES	Unidad	Cantidad	PU	P.T./ m3
Cemento Sol Tipo I	Kg	365	0.390	142.35
Agua	l	190	0.012	2.28
Agregado Fino	Kg	799	0.038	30.36
Agregado Grueso	Kg	1024	0.0475	48.64
Polietileno Reciclado	Kg	36.50	0.385	14.05
				S/. 237.68

Tabla 17

Diseño + 15% polietileno reciclado

MATERIALES	Unidad	Cantidad	PU	P.T./ m3
Cemento Sol Tipo I	Kg	365	0.390	142.35
Agua	l	190	0.012	2.28
Agregado Fino	Kg	799	0.038	30.36
Agregado Grueso	Kg	1024	0.0475	48.64
Polietileno Reciclado	Kg	54.75	0.385	20.81
				S/. 244.44

Anexo 03. Certificados de laboratorio



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² CONDICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020	REGISTRO N°	2020 - 154 - 017
SOLICITANTE	ELIZABETH PÉREZ ALARCÓN	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	16/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	16/03/2020	TURNO	Diurno
Agregado	Ag. Cruaso / Ag. Frio	F'c de diseño	210 kg/cm ²
Procedencia	AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	15,0 %

<p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</p> <p>F'cr = 204</p>	<p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</p> <p>Cemento = 265 kg</p>
<p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</p> <p>R'ac = 0.56</p>	<p>6. FACTOR CEMENTO</p> <p>Bolsas x m³ = 2,8 Bolsas</p>
<p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</p> <p>Agua = 205 L</p>	<p>7. CÁLCULO DE POLIETILENO RECICLADO</p> <p>54,81 kg x m³ = 15,0% / C/a</p>
<p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</p> <p>Ace = 2.0%</p>	

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,1162 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0,2050 m ³					
Aire	---	0,0200 m ³					
Agregado grueso	2777 kg/m ³	---	1,50%	0,55%	6,06	1513	3/4
Agregado fino	2572 kg/m ³	---	2,50%	1,75%	3,02	1565	
Volumen de pasta		0,3412 m ³					
Volumen de agregados		0,6588 m ³					

<p>8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <p>Agregado grueso = 0,3632 m³ = 1005 kg</p> <p>Agregado fino = 0,2956 m³ = 750 kg</p>	<p>11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA</p> <p>Cemento SOL Tipo 1 10,98 kg</p> <p>Agua 5,69 L</p> <p>Agregado grueso 30,71 kg</p> <p>Agregado fino 23,38 kg</p> <p>Stamp Obtenido 3"</p> <p>Poliétileno reciclado 1,65 kg</p>
<p>9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <p>Agregado grueso 1024 kg</p> <p>Agregado fino 779 kg</p>	<p>12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <p>CEM A.F. A.G. AGUA</p> <p>1 : 2,1 : 2,8 : 22,0 L / bolsa</p>
<p>10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</p> <p>Agua 190 L</p>	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TECNIC@	DISEÑ@	JEF@	COD. 15M
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

948 650 513 
912 462 558

Info@laboratoriomatestlab.com 
www.laboratoriomatestlab.com

Calle Huacllan 4856 
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL AGI 211

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 Kg/cm² CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020. REGISTRO N° : 2020 - T54 - 017

SOLICITANTE : ELIZABETH PÉREZ ALARCÓN REALIZADO POR : J. Escobedo

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : H Flores

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO : 16/03/2020

FECHA DE EMISIÓN : 16/03/2020 TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño : 210 kg/cm²

Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA Asentamiento : 3" - 4"

Cemento : Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla : 15,0 %

1 RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c : 0,56 5. PORCENTAJE DE POLIETILENO RECICLADO Porcentaje de polietileno : 15,0%

2 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 205 L

3 CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2,0%

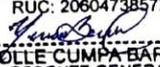
4 DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2777 kg/m ³	1,50%	0,55%	6,66	1513	1681	3/4
Agregado fino	2572 kg/m ³	2,50%	1,75%	3,02	1565	1810	

OBSERVACIONES

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A18-320
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A18-342
Horno digital Thermocup 196L 0° a 300°C	ING-098	24/01/2020	CDR-A18-343

MATESTLAB SAC			
ILICINCO LEM	D	JEFELLEM	D
Nombre y firma	M	Nombre y firma	M
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	A	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	A
		Nombre y firma	M
		 MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLE CUMPA BARRET GERENTE GENERAL 948 650 513 912 462 558	A

Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL AGI 211**

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO LIMA NORTE 2020	REGISTRO N°	2020 - T54 - 016
SOLICITANTE	ELIZABETH PÉREZ ALARCÓN	REALIZADO POR :	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Dona. Irigoyen en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	15/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	15/03/2020	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	210 kg/cm ²
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	10,0 %

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 356 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.56 | 6. FACTOR CEMENTO
Bólas x m ³ = 0.8 Bólas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L | 7. CÁLCULO DE POLIETILENO RECICLADO
36,81 kg x m ³ = 10,0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2,0% | |

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1162 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³
Aire	---	0.0200 m ³
Agregado grueso	2777 kg/m ³	---
Agregado fino	2572 kg/m ³	---
Volumen de pasta		0.3412 m ³
Volumen de agregados		0,6588 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P. U. SUELTO	TM
Agregado grueso	1,50%	0,55%	6,66	1513	3M
Agregado fino	2,50%	1,75%	3,02	1565	

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso	= 0,3632 m ³ = 1009 kg
Agregado fino	= 0,2956 m ³ = 750 kg

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso	1024 kg
Agregado fino	779 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua	190 L
------	-------

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m³

Cemento SOL Tipo 1	10,98 kg
Agua	5,89 L
Agregado grueso	30,71 kg
Agregado fino	23,28 kg
Slump Obtenido	4"
Poliétileno reciclado	1,10 kg

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM	A.F.	A.G.	AGUA
1	: 2,1	: 2,8	: 22,0 L/7 bólas

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC		MATESTLAB SAC		MATESTLAB SAC	
TECNICO LEM	C	JEFE LEM	D	CCC FTM	D
Nombre y Firma	N	Nombre y Firma	N	Nombre y Firma	N
	A		A		A
		HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

948 650 513
912 462 558



Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com



Calle Huacilan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos





MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 Kg/cm2 CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020	REGISTRO N°:	2020 - TS4 - 018
SOLICITANTE	: ELIZABETH PÉREZ ALARCÓN	REALIZADO POR	: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: H. Flores
UBICACION DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	: 15/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	: 16/03/2020	TURNO	: Diurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	: 210 kg/cm2
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento	: 3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	: 10,0 %

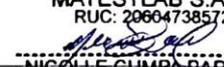
1. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0,56
2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L
3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2,0%
4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2777 kg/m3	1,50%	0,55%	6,66	1513	1681	3/4
Agregado fino	2572 kg/m3	2,50%	1,75%	3,02	1565	1810	

OBSERVACIONES

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A18-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A18-342
Horno digital Termocup 196L 0° a 300°C	ING-098	24/01/2020	CDR-A18-343

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	COO - LEM
Nombre y firma	D.	Nombre y firma	D.
	M.		M.
	A.	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	A.
			MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572  NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

948 650 513
912 462 558

Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm²
CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020. REGISTRO N°: 2020 - T54 - 015

SOLICITANTE : ELIZABETH PÉREZ ALARCÓN REALIZADO POR : J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO : REVISADO POR : H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO : Denunciado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C. FECHA DE VACIADO : 16/03/2020
FECHA DE EMISIÓN : 16/03/2020 TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 210 kg/cm²
Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA Asentamiento: 3" - 4"
Cemento : Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla: 5,0 %

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0,56
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aa = 2,0%
5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 366 kg
6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m³ = 0,5 Bolsas
7. CÁLCULO DE POLIETILENO RECICLADO
18,30 kg x m³ = 5,0% / Cto

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,1182 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0,2050 m ³					
Aire	---	0,0200 m ³					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P. U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2777 kg/m ³	---	1,50%	0,55%	6,66	1513	3/4
Agregado fino	2572 kg/m ³	---	2,50%	1,75%	3,02	1565	
Volumen de pasta		0,3412 m ³					
Volumen de agregados		0,6588 m ³					

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso = 0,3632 m³ = 1005 kg
Agregado fino = 0,2956 m³ = 760 kg
9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 1024 kg
Agregado fino 779 kg
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 190 L
11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m³
Cemento SOL Tipo 1 10,98 kg
Agua 5,69 L
Agregado grueso 30,71 kg
Agregado fino 23,38 kg
Slump Obtenido 3"
Poliétileno reciclado 0,55 kg
12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM. A.F. A.G. AGUA
1 : 2,1 : 2,8 : 22,0 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohíbese la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

TECNIC@ LEM		MATESTLAB S.A.C.		COD. LEW	
Nombre y Firma	C	Nombre y Firma	D	Nombre y Firma	E
	A		A		A
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

948 650 513
912 462 558



Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com



Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos





MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 Kg/cm²
CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020 REGISTRO N°: 2020-T54-015

SOLICITANTE: ELIZABETH PÉREZ ALARCÓN REALIZADO POR: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO: --- REVISADO POR: H Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C. FECHA DE VACIADO: 15/03/2020
FECHA DE EMISIÓN: 10/03/2020 TURNO: Diurno

Agregado: Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 210 kg/cm²
Procedencia: AGREGADOS DE FERRETERIA Asentamiento: 3" - 4"
Cemento: Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla: 5,0 %

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0,50
5. PORCENTAJE DE POLIETILENO RECICLADO Porcentaje de polietileno: 5,0%
2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 205 L
3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2,0%

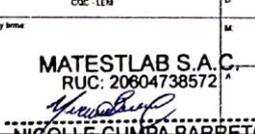
4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2777 kg/m ³	1,50%	0,55%	6,66	1513	1681	3/4
Agregado fino	2572 kg/m ³	2,50%	1,75%	3,02	1565	1810	

OBSERVACIONES

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F CALIBRACIÓN	N° CERT CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	INC-132	23/01/2020	CDR-A18-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	INC-138	23/01/2020	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	INC-139	24/01/2020	CDR A18-342
Horno digital Termocup 196L 0° a 300°C	INC-098	24/01/2020	CDR-A18-343

MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM	
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:	
			
	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

948 650 513
912 462 558



Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com



Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos





MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

DISÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL AGI 211

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 Kg/cm²
CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020

REGISTRO N° : 2020 - T54 - 014

SOLICITANTE : ELIZABETH PEREZ ALARCON

REALIZADO POR : J. Escobedo

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

REVISADO POR : H Flores

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.

FECHA DE EMISIÓN : 10/03/2020

FECHA DE VACIADO : 15/03/2020

TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino

Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA

Cemento : Cemento SOL Tipo 1

F'c de diseño : 210 kg/cm²

Asentamiento : 3" - 4"

Código de mezcla : Patron

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 294

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 356 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.56

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 8.6 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aae = 2.0%

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1182 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³						
Aire	---	0.0200 m ³						
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM	
Agregado grueso	2777 kg/m ³	---	1.50%	0.55%	6.66	1513	3/4	
Agregado fino	2572 kg/m ³	---	2.50%	1.75%	3.02	1566		
		Volumen de pasta						
		Volumen de agregados						

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0.3632 m³ = 1009 kg

Agregado fino = 0.2956 m³ = 760 kg

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

Cemento SOL Tipo 1 : 10.98 kg

Agua : 5.89 L

Agregado grueso : 30.71 kg

Agregado fino : 23.28 kg

Stamp Obtenido : *

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso : 1024 kg

Agregado fino : 779 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua : 190 L

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA

1 : 2.1 : 2.8 : 22.0 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEA	D	JEFE LEA	CCO. LEA
Nombre y firma	M	Nombre y firma	M
	A		A
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572	
		NICOLLE GUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

HENRY W. SANTIAGO FLORES
INGENIERO CIVIL
R.g. CIP N° 205749
MATESTLAB S.A.C.

948 650 513
912 462 558



Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com



Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos





MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 Kg/cm ² CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020.	REGISTRO N°	2020 - T54 - 014
SOLICITANTE	ELIZABETH PÉREZ ALARCÓN	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VACIADO	16/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	16/03/2020	TURNO	Diurno

Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	210 kg/cm ²
Procedencia	AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	Patron

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0,56

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2,0%

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	* TMH
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
Agregado grueso	2777 kg/m ³	1,50%	0,55%	6,66	1513	1681	3/4
Agregado fino	2572 kg/m ³	2,50%	1,75%	3,02	1565	1810	

OBSERVACIONES

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A18-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR A18-342
Horno digital Termocup 196L 0" a 300°C	ING-098	24/01/2020	CDR-A18-343

MATESTLAB S.A.C.			
TECNOLOGO	D	JEFE LEM	D
Nombre y firma	M	Nombre y firma	M
	A		A



HENRY W. SANTIAGO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 205749
MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.
RUC: 20604720572

NICOLLE CUMPA BARRETO
GERENTE GENERAL
948 650 513
912 462 558

Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

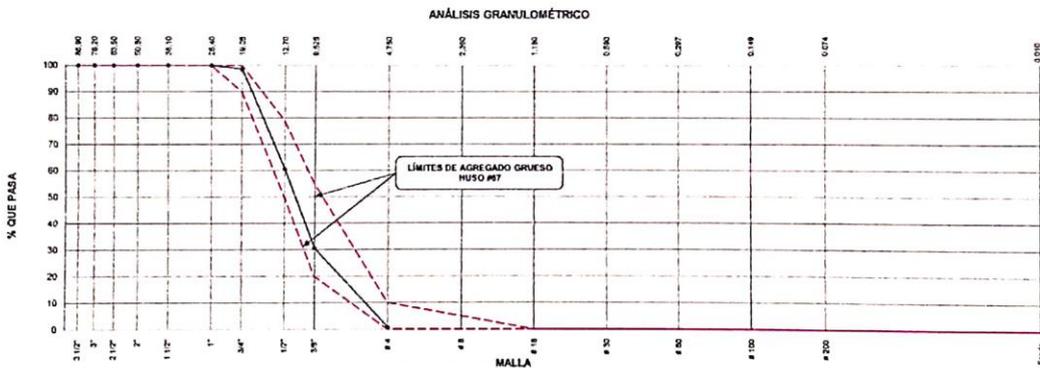
PROYECTO : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c = 210 Kg/cm2 CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020 REGISTRO N°: 2020 - TS4 - 010

SOLICITANTE : ELIZABETH PÉREZ ALARCÓN REALIZADO POR : J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : H Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO : 14/03/2020
FECHA DE EMISIÓN : 14/03/2020 TURNO : Diurno

Código de Muestra : ---
Lote : ---
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 67						
Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	76.8	1.43	98.57	90.00	100.00
1/2"	12.70 mm	2038.9	37.97	35.40	60.00	79.00
3/8"	9.50 mm	1615.2	30.04	66.46	30.00	55.00
# 4	4.75 mm	1566.2	28.77	93.25	0.75	10.00
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	96.25	0.75	5.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	96.25	0.75	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	96.25	0.75	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	96.25	0.75	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	96.25	0.75	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	96.25	0.75	0.00
Fondo	0.01 mm	40.3	0.75	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (g/cm³)	2777.000
P. Especif. de Masa SSS (g/cm³)	2812.000
P. Especif. de Masa Aparente (g/cm³)	2828.000
P. Unitario Compactado (g/m³)	1881
P. Unitario Suelto (g/m³)	1513
Absorcion (%)	0.55
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Modulo de Finiza	6.86
% + Malla N° 200 (0.75 µm)	0.19
Contenido de Humedad (%)	1.50



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

948 650 513
912 462 558

Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos



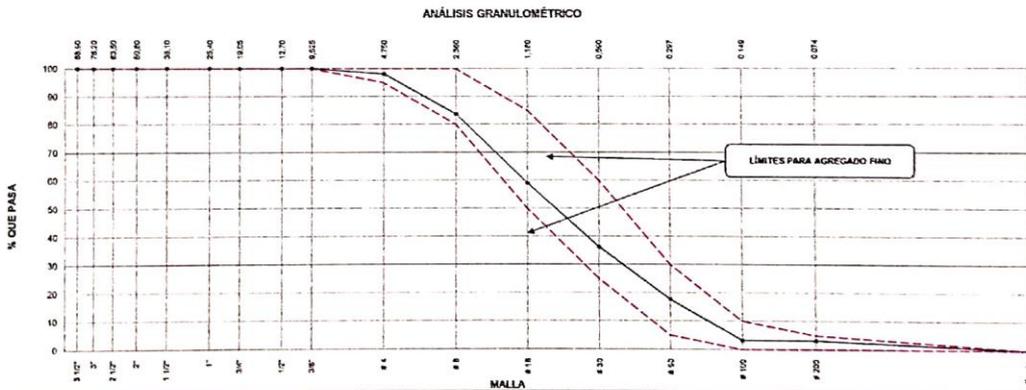
MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 Kg/cm ² CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020	REGISTRO N°	2020 - TS4 - 010
SOLICITANTE	ELIZABETH PÉREZ ALARCÓN	REALIZADO POR :	J Escobedo
CÓDIGO DE PROYECT		REVISADO POR :	H Flores
UBICACIÓN DE PROYE	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	14/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	14/03/2020	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	M1		
Lote	---		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "UM" 50µm	ASTM "UM" 60µm
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	12.5	1.90	98.10	95.00	100.00
# 6	2.36 mm	95.8	14.50	16.40	83.60	100.00
# 10	1.18 mm	182.5	24.60	41.04	58.96	85.00
# 20	0.85 mm	150.1	22.77	63.81	36.19	25.00
# 50	0.30 mm	122.6	18.60	82.41	17.59	5.00
# 100	0.15 mm	95.0	14.41	96.81	3.19	0.00
# 200	0.075 mm	0.0	0.00	96.81	3.19	0.00
Fondo	0.01 mm	21.0	3.19	100.00	0.00	0.00

P. Especific. de Masa Seca (gr/cm ³)	2572.000
P. Especific. de Masa SSS (gr/cm ³)	2633.000
P. Especific. de Masa Aparato (gr/cm ³)	2742.000
P. Líquido Compactado (gr/cm ³)	1810
P. Líquido Suelto (gr/cm ³)	1580
Absorción (%)	1.75
Contenido de Humedad (%)	2.80
Módulo de Elasticidad	3.02
% < malla N° 200 (0.75 µm)	2.36



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

948 650 513
912 462 558

Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F _c = 210 Kg/cm ² CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020	REGISTRO N°	: 2020 - TS4 - 020
SOLICITANTE	: ELIZABETH PÉREZ ALARCÓN	REALIZADO POR	: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYEC	: ---	REVISADO POR	: H. Flores
UBICACIÓN DE PROY	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	: 13/04/2020
FECHA DE EMISIÓN	: 13/04/2020	TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F _c de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F _c
PROBETA N° 07 DISEÑO PATRON F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	28 días	1,96	242 kg/cm ²	115,5
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRON F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	28 días	1,96	244 kg/cm ²	116,4
PROBETA N° 09 DISEÑO PATRON F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	28 días	1,96	246 kg/cm ²	117,2
PROBETA N° 07 DISEÑO CON POLIETILENO 5% F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	28 días	1,96	251 kg/cm ²	119,7
PROBETA N° 08 DISEÑO CON POLIETILENO 5% F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	28 días	1,96	260 kg/cm ²	123,9
PROBETA N° 09 DISEÑO CON POLIETILENO 5% F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	28 días	1,96	261 kg/cm ²	124,5
PROBETA N° 07 DISEÑO CON POLIETILENO 10% F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	28 días	1,96	215 kg/cm ²	102,2
PROBETA N° 08 DISEÑO CON POLIETILENO 10% F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	20 días	1,96	213 kg/cm ²	101,3
PROBETA N° 09 DISEÑO CON POLIETILENO 10% F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	20 días	1,96	217 kg/cm ²	103,3
PROBETA N° 07 DISEÑO CON POLIETILENO 15% F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	28 días	1,96	209 kg/cm ²	99,4
PROBETA N° 08 DISEÑO CON POLIETILENO 15% F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	28 días	1,96	203 kg/cm ²	96,8
PROBETA N° 09 DISEÑO CON POLIETILENO 15% F _c = 210 kg/cm ²	16/03/2020	13/04/2020	20 días	1,96	205 kg/cm ²	97,7

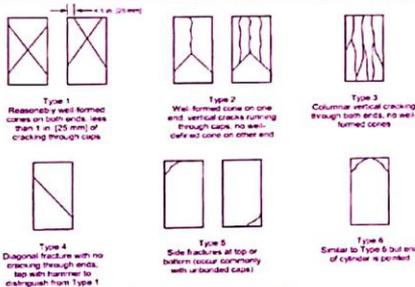


FIG. 2 Subtypes of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 11.

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.96	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Specimen Size	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

TECNICO I EM		MATESTLAB SAC		CAL: LEM	
Nombre y firma	D	Nombre y firma	D	Nombre y firma	D

HENRY W. SANTIAGO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 205749
MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.
RUC: 20604738672
NICOLLE CUMPA-BARRETO
GERENTE GENERAL

948 650 513
912 462 558

Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO DE SUBSECCIÓN

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO, LIMA NORTE 2020	REGISTRO N°	2020 - TS4 - 019
SOLICITANTE	ELIZABETH PEREZ ALARCÓN	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYEC		REVISADO POR	H Flores
UBICACIÓN DE PROY	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE ENSAYO	30/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	30/03/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fc de diseño	210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	200 kg/cm ²	95,2
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	201 kg/cm ²	95,9
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	210 kg/cm ²	100,1
PROBETA N° 04 DISEÑO CON POLIETILENO 5% Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	211 kg/cm ²	100,7
PROBETA N° 05 DISEÑO CON POLIETILENO 5% Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	210 kg/cm ²	100,1
PROBETA N° 06 DISEÑO CON POLIETILENO 5% Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	210 kg/cm ²	99,8
PROBETA N° 04 DISEÑO CON POLIETILENO 10% Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	189 kg/cm ²	89,9
PROBETA N° 05 DISEÑO CON POLIETILENO 10% Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	192 kg/cm ²	91,2
PROBETA N° 06 DISEÑO CON POLIETILENO 10% Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	188 kg/cm ²	89,5
PROBETA N° 04 DISEÑO CON POLIETILENO 15% Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	186 kg/cm ²	88,7
PROBETA N° 05 DISEÑO CON POLIETILENO 15% Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,98	180 kg/cm ²	85,6
PROBETA N° 06 DISEÑO CON POLIETILENO 15% Fc = 210 kg/cm ²	16/03/2020	30/03/2020	14 días	1,50	178 kg/cm ²	84,9

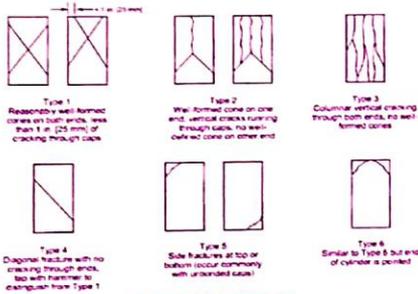


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table: Note 11.

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.83	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Specimen Size	Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4%	6.6%	7.8%
Field conditions	2.9%	8.0%	9.5%
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2%	9.0%	10.6%

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB S.A.C.
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB S.A.C.

 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Rég. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
---	--

948 650 513
912 462 558

Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos



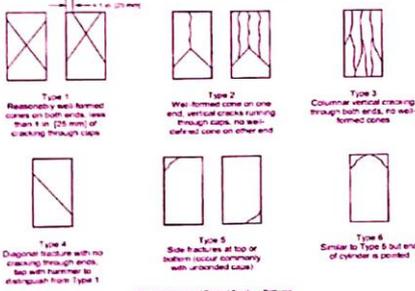
MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

METODO DE PRUEBA ESTADON PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS
CILINDRICAS DE NORMALIZACION

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm2 CON ADICIÓN DE POLIETILENO RECICLADO LIMA NORTE 2020	REGISTRO N°	2020 - T54 - 018
BOQUINANTE	ELIZABETH PEREZ ALARCÓN	REALIZADO POR	J. Escobedo
DÓNDO DE PROYEC	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROY	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE ENSAYO	23/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	23/03/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	210 kg/cm2		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	169 kg/cm2	80,3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	170 kg/cm2	80,6
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	171 kg/cm2	81,5
PROBETA N° 01 DISEÑO CON POLIETILENO 5% Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	176 kg/cm2	83,9
PROBETA N° 02 DISEÑO CON POLIETILENO 5% Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	176 kg/cm2	83,7
PROBETA N° 03 DISEÑO CON POLIETILENO 5% Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	174 kg/cm2	82,8
PROBETA N° 01 DISEÑO CON POLIETILENO 10% Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	161 kg/cm2	76,5
PROBETA N° 02 DISEÑO CON POLIETILENO 10% Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	161 kg/cm2	76,7
PROBETA N° 03 DISEÑO CON POLIETILENO 10% Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	160 kg/cm2	76,4
PROBETA N° 01 DISEÑO CON POLIETILENO 15% Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	127 kg/cm2	60,3
PROBETA N° 02 DISEÑO CON POLIETILENO 15% Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	131 kg/cm2	62,3
PROBETA N° 03 DISEÑO CON POLIETILENO 15% Fc = 210 kg/cm2	16/03/2020	23/03/2020	7 días	1,98	129 kg/cm2	61,6



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D Factor	1.75	1.50	1.25	1.00
	0.98	0.96	0.93	0.87

The interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Source: ASTM C39

	Coefficient of Variation*	Acceptable Range [†] of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal tecnico de MATESTLAB SAC.
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB S.A.C.			
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

948 650 513
912 462 558

Info@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Calle Huacllan 4856
Urb. Parque Naranjal - Los Olivos

