

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Polietileno reciclado de alta densidad para la elaboración de concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo en Pachachaca, Yauli - Junín

Para optar : Para optar el grado académico de maestro en Ingeniería Civil con Mención Ingeniería de Transportes

Autor : Bach, Carlos Alberto Gonzales Rojas

Asesor : Dr. Rafael Chamorro Mejía

Línea de Investigación

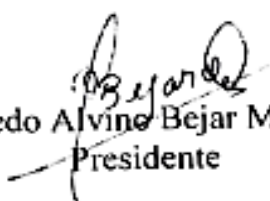
Institucional : Transporte y Urbanismo

Fecha de inicio/término : noviembre 2020 - agosto 2021

Huancayo - Perú

2022

MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


Dr. Aguedo Alvino Bejar Mormontoy
Presidente


Mtro. Alcides Luis Fabian Brañez
Miembro


Mtro. Jeannelle Sofia Herrera Montes
Miembro


Dr. Julio Cesar Llallico Colca
Miembro


Dra. Melva Iparaguire Meza
Secretaria Académica

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, quienes me apoyaron incondicionalmente a lo largo del desarrollo de mi carrera profesional, así mismo la dedico a mi familia en general quienes son mi impulso y fuerza para lograr mis objetivos y metas proyectadas, por más difícil y sacrificado que sea.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis maestros de la facultad de Ingeniería Civil por ser partícipe del largo y amplio proceso de formación profesional, que se da por concluido ante la presentación de este proyecto de investigación. Por ultimo agradezco a mi asesor de tesis, quien fue mi gran apoyo y guía en la realización y proceso de investigación.

CONTENIDO

CARÁTULA	i
MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
CONTENIDO.....	v
CONTENIDO DE TABLAS.....	ix
CONTENIDO DE ILUSTRACIONES.....	11
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO I.....	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	18
1.2. Delimitación del Problema.....	19
1.2.1. Delimitación Espacial.....	19
1.2.2. Delimitación Temporal.....	20
1.2.3. Delimitación Temática.....	20
1.3. Formulación del Problema.....	20
1.3.1. Problema General.....	20
1.3.2. Problemas Específicos.....	20
1.4. Justificación de la Investigación.....	21
1.4.1. Justificación Social.....	21
1.4.2. Justificación Científica.....	21
1.4.3. Justificación Metodológica.....	22

1.5. Objetivos	22
1.5.1. Objetivo General	22
1.5.2. Objetivos Específicos.....	23
CAPÍTULO II.....	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1 Antecedentes de la investigación.....	24
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	24
2.1.2 Antecedentes Nacionales	26
2.2 Marco Conceptual	27
2.2.1 Concreto	27
2.2.2 Importancia del concreto.....	28
2.2.3 Propiedades del Concreto	29
2.2.4 Tipos de Concreto	34
2.2.5 Diseño de Mezcla.....	35
2.2.6 Materiales en una mezcla de concreto	35
2.2.7 Pasos básicos para diseñar una mezcla de concreto.....	40
2.2.8 Plásticos	43
2.2.9 Tipos de Plásticos	44
2.2.10 Polietileno de Alta Densidad (HDPE)	44
2.3 Influencia de los ciclos de congelamiento y deshielo en el Concreto	46
2.4 Mecanismos de Daño	48
2.5 Hipótesis general	48
2.6 Hipótesis específicas	49
2.7 Variables de investigación.....	49
2.7.1 Variable Independiente	49
2.7.2 Indicador	49

2.7.3 Variable dependiente.....	49
2.7.4 Dimensiones.....	50
2.7.5 Indicadores	50
CAPÍTULO III	51
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.1 Método de investigación	51
3.2 Tipo de Investigación	51
3.3 Nivel de Investigación.....	52
3.4 Diseño de Investigación	52
3.5 Metodología.....	52
3.6 Población y Muestra	52
3.6.1 Población.....	52
3.6.2 Muestra	53
CAPÍTULO IV	54
RESULTADOS	54
4.1 Diseño del Concreto en Laboratorio.....	54
4.1.1 Análisis Granulométrico Por Tamizado.....	54
4.1.2 Peso Unitario Suelto	57
4.1.3 Peso Unitario Compactado	57
4.1.4 Peso Especifico	58
4.1.5 Absorción.....	58
4.1.6 Humedad	59
4.2 Resultados de Ensayo a la Compresión – Testigos Cilíndricos	60
4.3 Estudio del Índice de Condición Del Pavimento (PCI).....	67
4.4 Trabajabilidad Del Concreto – Asentamiento Del Concreto (SLUMP).....	76
4.5 Análisis Estadístico	77

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	91
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	98
ANEXOS	100

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Asentamientos recomendados para diversos tipos de obra	41
Tabla 2 Aproximadas de Agua de amasado para diferentes Slump, tamaño máximo de agregado y Contenido de Aire	42
Tabla 3 Análisis granulométrico por tamizado - Agregado Fino	54
Tabla 4 Análisis granulométrico por tamizado - agregado grueso	56
Tabla 5 Peso unitario - agregado fino	57
Tabla 6 Peso unitario - agregado grueso	57
Tabla 7 Peso unitario compactado - agregado fino	57
Tabla 8 Peso unitario compactado - agregado grueso	57
Tabla 9 Peso específico - Agregado Fino	58
Tabla 10 Peso específico - Agregado grueso	58
Tabla 11 Porcentaje de Absorción - Agregado Grueso	58
Tabla 12 Porcentaje de absorción - Agregado fino	59
Tabla 13 Porcentaje de Humedad-Agregado Fino	59
Tabla 14 Porcentaje de Humedad - Agregado Grueso	59
Tabla 15 Resistencia del concreto a diferentes edades de curado	60
Tabla 16 Resistencia a la compresión - 0% de polietileno reciclado	60
Tabla 17 Resistencia a la compresión - 5% de polietileno reciclado	61
Tabla 18 Resistencia a la compresión - 10% de polietileno reciclado	62
Tabla 19 Resistencia a la compresión - 15% de polietileno reciclado	63
Tabla 20 Resistencia a la compresión - 25% de polietileno reciclado	64
Tabla 21 Resultados del análisis de índice de condición de pavimento - Paño 1 con 0% de Polietileno reciclado	67

Tabla 22 Resultados del análisis de índice de condición de pavimento - Paño 2 con 5% de Polietileno reciclado	69
Tabla 23 Resultados del análisis de índice de condición de pavimento - Paño 3 con 10% de Polietileno reciclado	70
Tabla 24 Resultados del análisis de índice de condición de pavimento - Paño 4 con 15% de Polietileno reciclado	72
Tabla 25 Resultados del análisis de índice de condición de pavimento - Paño 5 con 25% de Polietileno reciclado	73
Tabla 26 Resumen de Procesamiento de casos - resistencia a la compresión.....	77
Tabla 27 Análisis Descriptivo - Resistencia a la Compresión.....	79
Tabla 28 Prueba de normalidad - resistencia a la compresión	80
Tabla 29 Correlación bivariado - Resistencia a la compresión/Porcentaje de Polietileno reciclado de alta densidad.....	89
Tabla 30 Correlación bivariado - Resistencia a la Compresión/Porcentaje de Polietileno reciclado de alta densidad.....	90

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Materiales Para el Diseño del Concreto	28
Ilustración 2 Propiedades del Concreto.....	29
Ilustración 3 Asentamiento del Concreto/Croquis Referenciales	30
Ilustración 4 Ensayo de Resistencia a la Compresión en Muestra Cilíndricas	32
Ilustración 5 Segregación en Elementos estructurales	33
Ilustración 6 Tipos de Concreto	34
Ilustración 7 Cementos en el Perú.....	36
Ilustración 8 Agua en el concreto.....	37
Ilustración 9 Agregados Según su Gradación	38
Ilustración 10 Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién Mezclado Mediante el Método por Presión.....	38
Ilustración 11 Clasificación de los Aditivos	39
Ilustración 12 Tipos de Plásticos.....	44
Ilustración 13 Esquema de la distribución del tamaño de poros en el concreto.....	47
Ilustración 14 Comportamiento del concreto ante deterioro prolongado.....	48
Ilustración 15 Curva Granulométrica - Agregado fino	55
Ilustración 16 Curva granulométrica - agregado grueso	56
Ilustración 17 Grafica de resistencia a la compresión a los 28 días - 0% polietileno reciclado.....	61
Ilustración 18 Grafica de resistencia a la compresión a los 28 días - 5% polietileno reciclado.....	62
Ilustración 19 Grafica de resistencia a la compresión a los 28 días - 10% polietileno reciclado.....	63
Ilustración 20 Grafica de resistencia a la compresión a los 28 días - 15% polietileno reciclado.....	64

Ilustración 21 Grafica de resistencia a la compresión a los 28 días - 25% polietileno reciclado.....	65
Ilustración 22 Línea de Tendencia - Resultados ensayo resistencia a la compresión (28 días)	66
Ilustración 23 Rangos de Clasificación - PCI	67
Ilustración 24 Línea de tendencia - Resultados PCI Paño 1 con 0% de Polietileno Reciclado	68
Ilustración 25 Línea de tendencia - Resultados D acumulado Paño 2	69
Ilustración 26 Línea de tendencia - Resultados PCI Paño 2 con 5% de Polietileno Reciclado	70
Ilustración 27 Línea de tendencia - Resultados D acumulado Paño 3 con 10% de Polietileno Reciclado	71
Ilustración 28 Línea de tendencia - Resultados PCI Paño 3 con 10% de Polietileno Reciclado	71
Ilustración 29 Línea de tendencia - Resultados D acumulado Paño 4	72
Ilustración 30 Línea de tendencia - Resultados PCI Paño 4 con 15% de Polietileno Reciclado	73
Ilustración 31 Línea de tendencia - Resultados Dacumulado Paño 5	74
Ilustración 32 Línea de tendencia - Resultados PCI Paño 5 con 25% de Polietileno Reciclado	74
Ilustración 33 Índice de condición del pavimento (PCI) - Líneas de tendencia 0% 5% 10% 15% 25% de Polietileno Reciclado	75
Ilustración 34 Slump por Paños	76
Ilustración 35 Asentamientos Recomendados para distintos tipos de Obras	76
Ilustración 36 Histograma - Resistencia a la Compresión 0% de Polietileno Reciclado de Alta densidad	81

Ilustración 37 Histograma - Resistencia a la Compresión 5% de Polietileno Reciclado de Alta densidad	81
Ilustración 38 Histograma - Resistencia a la Compresión 10% de Polietileno Reciclado de Alta densidad	82
Ilustración 39 Histograma - Resistencia a la Compresión 15% de Polietileno Reciclado de Alta densidad	82
Ilustración 40 Histograma - Resistencia a la Compresión 25% de Polietileno Reciclado de Alta densidad	83
Ilustración 41 Diagrama de bigotes - Resistencia a la compresión.....	83
Ilustración 42 Grafico Q-Q Normal 0% de Polietileno reciclado de alta densidad	84
Ilustración 43 Grafico Q-Q Normal 5% de Polietileno reciclado de alta densidad	84
Ilustración 44 Grafico Q-Q Normal 10% de Polietileno reciclado de alta densidad ...	85
Ilustración 45 Grafico Q-Q Normal 15% de Polietileno reciclado de alta densidad ...	85
Ilustración 46 Grafico Q-Q Normal 15% de Polietileno reciclado de alta densidad ...	86
Ilustración 47 Grafico Q-Q Normales sin tendencia 0% de Polietileno reciclado de alta densidad	86
Ilustración 48 Grafico Q-Q Normales sin tendencia 5% de Polietileno reciclado de alta densidad	87
Ilustración 49 Grafico Q-Q Normales sin tendencia 10% de Polietileno reciclado de alta densidad	87
Ilustración 50 Normales sin tendencia 15% de Polietileno reciclado de alta densidad	88
Ilustración 51 Normales sin tendencia 25% de Polietileno reciclado de alta densidad	88

RESUMEN

Para el desarrollo de la investigación se tuvo como punto de partida la problemática latente que se presenta en los lugares de climas fríos los cuales presentan el fenómeno de ciclos de congelamiento y deshielo como es el caso de Pachachaca el cual se encuentra en Yauli, La Oroya, este fenómeno abarca varios problemas dentro de los cuales está el trabajo con el concreto en el campo de la ingeniería vial, para esto se da la iniciativa de implementar el polietileno reciclado de alta densidad para poder identificar como influye el polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sujetos a ciclos de congelamiento y deshielo en las vías de Pachachaca, Yauli, Junín; para esto se consideró un esquema de concreto con una resistencia de diseño de 210 kg/cm² con una variación en el porcentaje de polietileno reciclado de alta densidad, variación del 5%, 10%, 15% y 25% de polietileno reciclado de alta densidad el cual se usó como sustitución al agregado grueso. Se desarrollaron ensayos de resistencia a la compresión, índice de condición de pavimento (PCI) y asentamiento del concreto (Slump), las principales propiedades del concreto en estado fresco y estado endurecido, esto para poder determinar la influencia del material en el concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo. Desarrollada la tesis se confirmó la influencia significativa que presenta este tipo de material en el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido, mejorando así las propiedades antes mencionadas.

PALABRAS CLAVE: Compresión, Trabajabilidad, Asentamiento.

ABSTRACT

For the development of the research, the starting point was the latent problem that occurs in places with cold climates which present the phenomenon of freezing and thawing cycles as is the case of Pachachaca which is Yauli, La Oroya, this This phenomenon encompasses several problems, among which is the work with concrete in the field of road engineering, for this the initiative is given to implement recycled high-density polyethylene in order to identify how recycled high-density polyethylene influences the properties mechanics of hydraulic concrete in rigid pavements subjected to freezing and thawing cycles on the roads of Pachachaca, Yauli, Junín; for this, a concrete design with a design resistance of 210 kg / cm² was considered with a variation in the percentage of recycled high-density polyethylene, variation of 5%, 10%, 15% and 25% of recycled high-density polyethylene, which It was used as a replacement for coarse aggregate. Compressive strength tests, pavement condition index (PCI) and concrete slump (Slump), main properties of concrete in fresh and hardened state were developed, this in order to determine the influence of the material on the concrete exposed to cycles. of freezing and thawing. Once the thesis was developed, the significant influence of this type of material on the behavior of concrete in the fresh and hardened state was confirmed, thus improving the aforementioned properties.

KEY WORD: Compression, Workability, Settlement.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversos fenómenos el cual interfiere directamente con el desarrollo de los métodos convencionales en el campo de la ingeniería vial, existen diversos materiales y procedimientos amigables con el ambiente los cuales necesitan de un estudio más profundo y detallado, en el caso específico de los pavimentos de concreto (pavimento rígido) existen diversos problemas cuando están expuesto a climas extremos, esto hace que el concreto no trabaje al 100% causando su desgaste a corto plazo y reduciendo considerablemente su vida útil.

El plantear un material alternativo el cual mejore ciertas propiedades del concreto expuesto a temperaturas bajas y por ende al fenómeno de ciclos de congelamiento y deshielo, es un paso más que se estaría dando en cuanto a materiales alternativo aplicados a la ingeniería vial, uno de esos materiales es el polietileno reciclado de alta densidad, considerando que el mundo se ve afectado día a día con la contaminación ambiental, esta propuesta se considera viable pues va de la mano con el avance en la ingeniería y el sector ambiental, siendo esta el tema de desarrollo e investigación que abarca todo el presente estudio.

El proyecto comprende Cinco capítulos.

CAPÍTULO I: Contiene el planteamiento del problema de investigación.

CAPÍTULO II: Se detalla todo lo correspondiente al Marco Teórico; que implica antecedentes y bases teóricas de las variables de investigación.

CAPÍTULO III: Engloba todo lo referente a la metodología de investigación; como método de investigación, tipo, nivel, diseño, población y muestra de estudio.

CAPÍTULO IV: Resultados de la investigación.

CAPÍTULO V: Contiene la discusión de resultados

Por último, se ubica las conclusiones, recomendación y anexos; que dar soporte y respaldo a la investigación.

El Autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El campo de la ingeniería civil es muy amplio y con diversas especialidades, a su vez distintas problemáticas que se presentan tales como los denominados ciclos de congelamiento y deshielo, evento el cuál se origina cuando la mezcla de concreto llega un grado de saturación tal que cuando las temperaturas tienden a bajar, el agua escasea de espacio para poder expandirse al tender a cambiar de estado, por lo que constituye una causa de deterioro prematuro del concreto en los pavimentos urbanos en el centro poblado de Pachachaca y en las zonas frías del nuestro País.

Se considera a nivel mundial como uno de los contaminantes que mayor impacto negativo genera en el medio ambiente, los plásticos, tan solo en el Perú según el MINAM (Ministerio del Ambiente), tan solo en Lima metropolitana y el distrito del callao comprenden un lote de 886 toneladas de residuos de material plástico por día, cantidad que representa aproximadamente un 46% de los residuos generados en todo el Perú.

En el año 2017, Algalita Marine Research and Education puso al descubierto una isla la cual estaba conformada en su totalidad por plástico, frente a las costas de Perú y Chile. Se llegó a estimar que la superficie tenía un área aproximada de 2.6 millones de kilómetros cuadrados, aproximadamente el doble del territorio peruano. Ante esto estudios últimos por entidades del ambiente revelan que cada año 13 millones de toneladas de residuos plásticos terminan en los océanos. Se piensa que al año 2050 habrá más desechos plásticos que especie marina.

Uno de los principales problemas es que, de todos estos residuos a nivel mundial, el 50% es de un solo uso. Por tal motivo el presente estudio se basa en emplear los conceptos o teorías de aprovechamiento de los residuos plásticos, principalmente con el plástico reciclado de densidad alta, de material concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo, de esta forma se implementa resultados orientadas al desarrollo de la sostenibilidad para disminuir los niveles de contaminación ambiental y establecer la influencia de las “fibras de polietileno de alta densidad en el concreto para pavimentaciones rígidas sometidas a ciclos de congelamiento y deshielo”.

1.2. Delimitación del Problema

Yauli La Oroya es la Provincia que posee almacenaje y/o compra y venta de reciclaje de polietileno, por ello es vital sacar provecho de este recurso con la finalidad de proponer alternativas sostenibles; la cual consiste en determinar un diseño de mezcla de material concreto con agregación de fibras de polietileno de alta densidad recicladas, y teniendo en consideración aspectos climáticos que se manifiestan en el distrito a mediados de los meses de Junio, julio y los meses de noviembre a febrero, simulando la exposición del material o estructura de concreto a fases de congelamiento y descongelamiento.

De esta forma se tratará el problema y a la vez se dará camino a un desarrollo sostenible.

1.2.1. Delimitación Espacial

Esta investigación se desarrolló en las vías principales como; Lima, Oroya y Camino Yauli del sector urbano del anexo de Pachachaca del Distrito

de Yauli, Provincia de Yauli, Región Junín.

1.2.2. Delimitación Temporal

El desarrollo de la investigación corresponde a los meses de octubre del 2020 a enero del año 2021.

1.2.3. Delimitación Temática

La investigación se desarrolla con el objetivo de diseñar el concreto en pavimentos rígidos, los cuales sean capaces de soportar y estar sujetos a ciclos de congelamiento y deshielo en el transcurso del colocado de material concreto fresco.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿Cómo influye el polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades mecánicas del concreto de pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo en Pachachaca, Yauli, Yauli, Junín?

1.3.2. Problemas Específicos

- a. ¿De qué manera influye el polietileno reciclado de alta densidad en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo?

- b. ¿De qué manera influye el polietileno reciclado de alta densidad en el fisuramiento en el concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo?
- c. ¿De qué manera influye el polietileno reciclado de alta densidad en la trabajabilidad del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo?

1.4. Justificación de la Investigación

1.4.1. Justificación Social

Esta investigación está dirigida a una justificación práctica puesto que afronta el problema sobre contaminación ambiental por desechos plásticos y el problema ingenieril del concreto hidráulico sometido a temperaturas extremas bajas(ciclos de congelamiento y deshielo), dándole así un uso productivo y favorable al polietileno de alta densidad (PEAD), sustituyendo en porcentajes a los agregados pétreos que conforman el diseño de mezcla de concreto hidráulico, sometido a las condiciones climáticas del centro poblado de Pachachaca.

1.4.2. Justificación Científica

La presente investigación es un aporte al medio ambiente y al sector de construcción, a raíz de que el material polietileno de elevada densidad (PEAD), está considerado resto reciclable que se encuentra por grandes cantidades a nivel mundial, la misma que puede ser empleada en el concreto convencional al reemplazar los agregados pétreos por estos materiales PEAD, teniendo en cuenta el estudio del comportamiento (trabajabilidad) del

concreto en condiciones frescas, las cuales analizaremos en estado endurecido convencional y el concreto con fibras PEAD sometidas a fases de congelamiento y deshielo para lograr conocer su firmeza o soporte a la comprensión de distintos tiempos como 3 días, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días; esto permita hacer comparaciones y análisis para saber que hacer o que decisiones tomar.

1.4.3. Justificación Metodológica

La investigación presente está basada en el método científico, el tipo de investigación aplicada, tipo de diseño cuasi experimental con metodología cualitativo; por lo que se propone una metodología para la elaboración de concreto con fibras de polietileno de alta densidad (PEAD), se describirá que es el plástico reciclado, características, propiedades, obtención, proporciones en porcentaje de la adición y su influencia en las características del material concreto para pavimentos expuestos o propensos a fases (ciclos) de congelamiento y deshielo.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Identificar cómo influye el polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo en las vías de Pachachaca, Yauli, Junín.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar la influencia del polietileno reciclado de alta densidad en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo
- b. Determinar la influencia del polietileno reciclado de alta densidad en el fisuramiento en el concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo
- c.** Determinar la influencia del polietileno reciclado de alta densidad en el la trabajabilidad del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Lugo y Torres (2019), plantearon la investigación intitulada: Caracterización del comportamiento mecanizado del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas (PET); para ello se planteó como objetivo; realizar la descripción del comportamiento mecánico del material concreto simple con distintos porcentajes de incremento de fibras poliméricas recicladas (PET); así como también el demostrar su uso y utilidad en el campo de la construcción presentando una nueva forma de diseño de concreto el cual incluye fibras de polietileno tereftalato (PET), enfatizando en las propiedades mecánicas que presenta este diseño de concreto, y como punto final el poder determinar su viabilidad para su posterior uso e incorporación en el campo de la ingeniería civil, concluyendo que existe un rango de fibras PET el cual está entre los 96 kg y 110 kg según el diseño presentado en la investigación, porcentajes de PET reciclado el cual presenta resistencia a grandes esfuerzos.

Riaño y Ayala (2019), ambos plantearon la investigación que lleva como título Influencia de fibras tipo PET frente a características de resistencia y durabilidad del mortero de material cemento hidráulico; trabajo en el cual se consideró como objetivo principal el poder definir cómo influye el polietileno de tereftalato en las características de resistencia y durabilidad del

mortero de cemento hidráulico, para ello se elaboraron distintas muestras (probetas), las cuales se evaluarían en el concreto endurecido acorde a las normas establecidas para cada ensayo, obteniendo como resultados que las muestras que incluyen en el diseño un 0.5% de fibra PET son aquellas que evidencian un mejor comportamiento en comparación a las demás, recomendando una posible ampliación de la investigación en el futuro, trabajando con el porcentaje que mejores resultados presenta y con agregado grueso.

Castillo (2019) en su investigación intitulada Análisis de propiedades físico – mecánicas de un hormigón fabricado con fibras recicladas de tubos PVC empleando material agregado de la cantera de Pifo y cemento HOLCIM tipo GU y su nivel de relación con hormigón tradicional; donde se plantea como uno de los principales objetivos el conseguir definir las diversas propiedades de índole física y mecánica de un hormigón donde su diseño comprende un porcentaje de fibras recicladas de tuberías PVC y confrontarla con un hormigón de diseño tradicional. Después del desarrollo de la investigación en sus conclusiones más relevantes está que el 0.2% de adición de fibra reciclada en el boceto de mezcla de hormigón mejora considerablemente tanto el soporte a la tracción como la resistencia ante la compresión sometida, así como su adherencia con el refuerzo (varilla de acero). Expuesto ello se concluye que; el uso alternativo de estas fibras enfocado a temas de la ingeniería civil en este caso específicamente al diseño de hormigón reduce el efecto ambiental que origina este modelo de material (desecho) teniendo en consideración que el 0.2% en el diseño de mezcla representa 2.54 kg de PVC menos en el ambiente.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Pablo (2018), en su investigación intitulada Evaluación del nivel de influencia de fibras de polietileno en las etapas de diseño, construcción y duración de pavimento de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco – año 2017; pretende plantearla como alternativa de índole económico y ecológico al medio ambiente, donde busca determinar cómo influye este en las fibras polietileno como un tipo de filler (material adicional a la mezcla) al concreto en el diseño de pavimentos de concreto (pavimento rígido) instaurando la dosificación óptima que tenga mejor aporte en la construcción y durabilidad de los pavimentos rígidos; es decir que su influencia mejore las propiedades del pavimento. Por último, se concluye que; al tener en cuenta este tipo de fibra en el diseño del concreto este aumenta su Modulo resiliente (M_r) en un 114% en comparación con el concreto de diseño patrón, esto con una dosificación óptima de 1.50 kg/m³ el cual mejora su esfuerzo a la flexión en base al concreto que no contiene ningún porcentaje de fibra.

Reyes (2018) en su investigación intitulada Diseño de concreto con fibras de polietileno Tereftalato (PET) reciclado para la elaboración de losas del asentamiento humano Amauta- Ate Vitarte. Lima Este (2018). En esta investigación se proponen realizar un tipo de diseño de mezcla con material concreto el cual dentro de su dosificación contenga un cierto porcentaje de fibra de polietileno, con esto se busca mejorar algunas de las propiedades que presenta el concreto convencional, concluido toda la investigación se obtuvo como resultados que realizando el estudio de regresión lineal a un nivel de confianza de un 95 por ciento se obtiene valores de nivel de significación

mayores a 0.050, el cual significa que; aplicar o usar distintos porcentajes de fibra incrementa y mejora el soporte o resistencia a flexión del concreto en la aplicación de losas en el asentamiento Humano Amauta-Ate.

Pérez (2018) en el desarrollo de su investigación intitulada Estudio de resistencia frente a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, agregando plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto. 2018. Perú. Estudio en el cual se planteó como objetivo principal: estudiar las propiedades y características física como mecánicas del material concreto incluida la aplicación de material plástico reciclado PET, analizando el diseño previamente hecho así, como su resistencia en estado endurecido y su aplicación en el sector de ingeniería civil, planteado esto y ya teniendo desarrollado todo el estudio en cuestión se llega a la conclusión de que a mayor porcentaje de adición del material reciclado la trabajabilidad medida mediante el ensayo de slump disminuye, la resistencia no presenta mejoras en las propiedades físico-mecánicas recomendando así su uso en la construcción para elementos no estructurales.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Concreto

El concreto en si es definido como el “producto de una mezcla de ciertos materiales, es decir un material artificial que implica una vía ligante denominada pasta, dentro de la misma que se encuentra incorporado partículas de un medio ligado llamado agregado” (Rivva, 2000).

Todo concreto está compuesto por distintos materiales tales como:

- Agregado Fino
- Agregado grueso
- Cemento
- Agua
- Filler y/o aditivo (según uso y/o diseño)



*Ilustración 1 Materiales Para el Diseño del Concreto
Fuente: Construyendo Seguro – Aceros Arequipa*

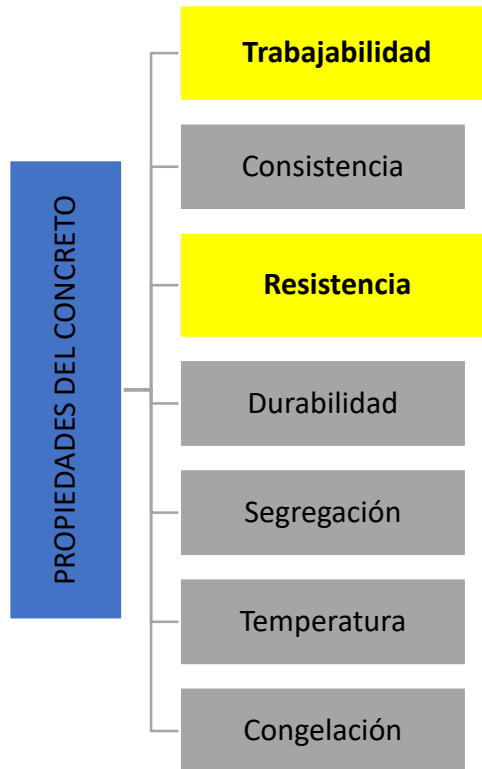
2.2.2 Importancia del concreto

Expresa (Rivva, 2000) que “Actualmente el concreto ha sido posicionado como un material de construcción de mayor demanda en el Perú; la calidad de este, está sujeta a conocimientos sobre este tipo de material y la calidad del profesional que pueda ser el ingeniero” (p.129).

Por lo general el concreto aun no es bien conocido en sus siete vertientes; siendo estas: la naturaleza, materiales del cual está estructurado, identificación y selección del tamaño o proporciones, desarrollo de

realización de obra, supervisión y control de calidad, y plan de mantenimiento de los insumos, materiales y elementos estructurales.

2.2.3 Propiedades del Concreto



*Ilustración 2 Propiedades del Concreto
Fuente: Elaboración Propia*

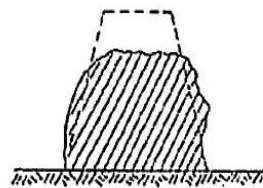
Estas como algunas de las principales propiedades del Concreto, son definidas como tales tanto en estado endurecido como en su estado fresco.

Trabajabilidad:

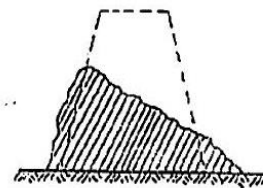
Es una de las principales propiedades o características del material concreto en estado fresco; (Rivva, 2000) menciona que “a través de esta

propiedad se puede definir la capacidad de manipulación, modo de transporte o traslado, ubicación y adecuado consolidado, que exige poco trabajo y alto grado de homogeneidad, así como un acabado que no implique segregación de material”.

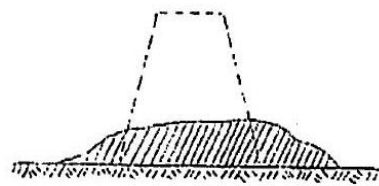
Esta propiedad está regida bajo el ensayo expuesta en la NTP 339.035. Modalidad de ensayo para la medida del asentamiento de hormigón considerando el cono de Abrams.



ASENTAMIENTO VERDADERO



ASENTAMIENTO DE CORTE



ASENTAMIENTO DE DERRUMBAMIENTO

*Ilustración 3 Asentamiento del Concreto/Croquis
Referenciales
Fuente: NTP 339.035*

Consistencia:

Considera (Rivva, 2000) que la propiedad de consistencia del concreto establece “la humedad de mezcla por el grado o nivel de fluidez del mismo,

considerando ante ello que; cuanto mayor sea la humedad de la mezcla mayor será la simpleza con el que el concreto fluirá en trascurso de su colocación”. La consistencia muestra relación con la trabajabilidad, pero no es sinónimo de este. Así, como puede ser el caso de una mezcla difícilmente realizable en condiciones de elevada concentración de acero, optando por una consistencia plástica acorde a las condiciones de la estructura.

Resistencia:

Expresa (Rivva, 2000) que “la resistencia que muestra el concreto está considerada como el más alto nivel de esfuerzo que puede soportar el material sin previamente a ver sido dañado, hasta el punto de quebrarse”. Puesto que las estructuras de concreto están predestinadas a soportar fuerzas de compresión, son los niveles y mediciones de resistencia a considerables esfuerzos la que se emplea como un indicador de su calidad. Entre sus principales propiedades del concreto endurecido esta la resistencia, siendo esta una de los principales factores a evaluar para su uso o no en la ejecución de obras. Es importante que; el ingeniero o profesional responsable del diseño de la mezcla recuerde que distintas propiedades o características como; la duración, permeabilidad o soporte al desgaste, puede ser mucho más importante que la fase de resistencia, dependiendo a la vez de sus características y localización de la obra.



*Ilustración 4 Ensayo de Resistencia a la Compresión en Muestra Cilíndricas
Fuente: Propia*

Durabilidad

El American Concrete Instituto (ACI) considera esta propiedad a manera de cierta habilidad del material; a fin de poder soportar diversos factores tales como:

- ✚ Intemperismo
- ✚ Ataque Químico
- ✚ Abrasión

Entre otros factores o condición de servicio a las estructuras en las cuales se les da uso y produzcan algún tipo de daño y/o deterioro del concreto.

Segregación

Es definida por (Rivva, 2000) como la “disgregación mecánica del concreto fresco en componentes constituyentes, toda vez que el material de agregado grueso tiende a alejarse del mortero” (p.234)



*Ilustración 5 Segregación en Elementos estructurales
Fuente: INA Construcción*

Esto se produce por causa de las fuerzas que generan los distintos materiales que conforman la mezcla al tener diferentes tamaños y gravedades específicas.

Temperatura del Concreto:

Esta propiedad del concreto según (Rivva, 2000) “Obedece principalmente al calor específico que emiten los materiales que comprenden una mezcla de concreto (piedra, arena)”. Por ello; cada vez que se encuentre presente altos niveles de agregado, puede presentarse reacciones o efectos sobre la temperatura del concreto.

Congelación:

Según (Rivva, 2000) “La dispersión del material concreto por diversas condiciones de temperaturas heladas y deshielos, es a causa de situaciones de

congelación y expansión del agua al interior de los poros en la pasta o bien del agregado pétreo” (p.382).

Ante esto se expone que; el soporte o fuerza del concreto ante posibles hechos de ciclos de congelamiento y deshielo, se encuentre sujeto a algunos factores como:

- La calidad del concreto
- La procedencia y tipo de agregado
- La gradación que presenta los agregados
- La variación del volumen de los agregados

2.2.4 Tipos de Concreto

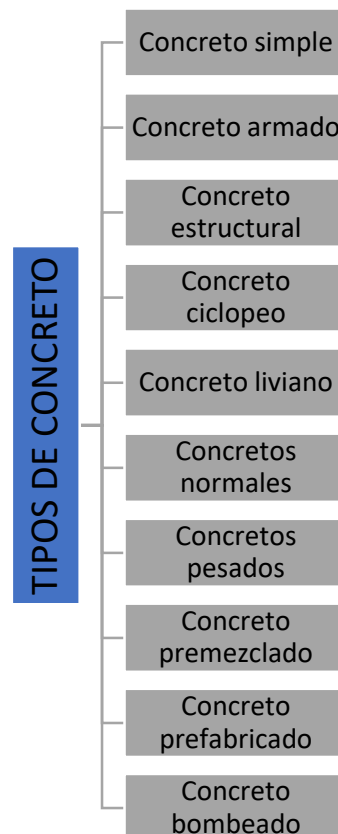


Ilustración 6 Tipos de Concreto
Fuente: Elaboración Propia

2.2.5 Diseño de Mezcla

Alvares lo define como un “Proceso donde a través de conocimientos técnicos se ejerce la interacción de materiales o componentes. Con ello se logra realizar un estructura o material que satisface de manera más eficiente y económica los requerimientos o exigencias del proyecto a elaborar” (pág. 2)

Previo a realizar el diseño y/o dosificación de una mezcla de concreto es necesario disponer de la siguiente información:

- a) Los materiales e insumos que conformaran el diseño de mezcla de concreto;
- b) El tamaño y forma de los elementos estructurales (vigas, columnas, muros, pavimentos, etc.);
- c) Resistencia a la compresión requerida, acorde al uso del elemento estructural;
- d) Condiciones ambientales durante el vaciado; y
- e) Condiciones a la que estarán expuestos los elementos a vaciar (cargas, clima)

2.2.6 Materiales en una mezcla de concreto

2.2.6.1 Cemento

Se estima que, dentro del conjunto de materiales que existen en el sector construcción, el cemento es por excelencia uno de los componentes dentro de la mezcla de concreto que mejor cumple la función de pegante, así como también el más barato y versátil en su campo, uno de los puntos esenciales que respalda su uso es que tanto sus propiedades mecánicas como

físicas son aprovechadas en las diferentes especialidades de la ingeniería civil.

Esta la convierte en el fundamental componente de la estructura concreta, la misma que aproximadamente representa entre un rango de 7% al 15% del volumen total de la mezcla (el diseño puede realizarse tanto por volumen como por peso), dentro de las propiedades en las cual resalta su uso frecuente se encuentra la resistencia frente a la compresión y la duración de los elementos estructurales en donde se hace uso de la mezcla de concreto.



*Ilustración 7 Cementos en el Perú
Fuente: Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM)*

2.2.6.2 Agua

(Alvares) define a este fluido como “un elemento del concreto en la cual el cemento pasa una etapa experimental de reacciones químicas para concluir en una pasta eficazmente hidratada (humedecida), que está sujeto a la acción de fragua y volverse duro con el paso del tiempo”. Así mismo, este elemento brinda a la mezcla una condición de fluidez, la cual permita trabajar correcta y adecuadamente en la fase de colocación del

concreto; elemento que emplea entre un 14% y un 18% del volumen o tamaño de la mezcla.



*Ilustración 8 Agua en el concreto
Fuente: Maestro – Construye Bien*

2.2.6.3 Agregado

Se estima que este componente dentro de la mezcla del concreto estaría entre el 60% al 75% del total de volumen, este componente puede ser tanto granular, natural e incluso de forma artificial las cuales acorde a su gradación están divididas en dos grupos tales como:

FRACCIONES FINAS

- Arena

FRACCIONES GRUESAS

- Piedra (1" - 3/4" - 1/2")

Estos a su vez deben de estar libres de arcilla, materia orgánica u otras sustancias las cuales alteren o perjudiquen las propiedades de la mezcla de concreto.



*Ilustración 9 Agregados Según su Gradación
Fuente: American Concrete Institute*

2.2.6.4 Aire

Se considera el aire atrapado o aire natural, este al igual que los otros elementos de la mezcla de concreto, tiene un porcentaje que varía habitualmente entre un 1% al 3% del tamaño o volumen de la mezcla, su variación está sujeta a diversas propiedades y particularidades que presentan los materiales siendo los más influyentes los agregados; entre otros factores estaría la forma o manera de colocar y compactar la mezcla de concreto. (Alvares, p. 5).

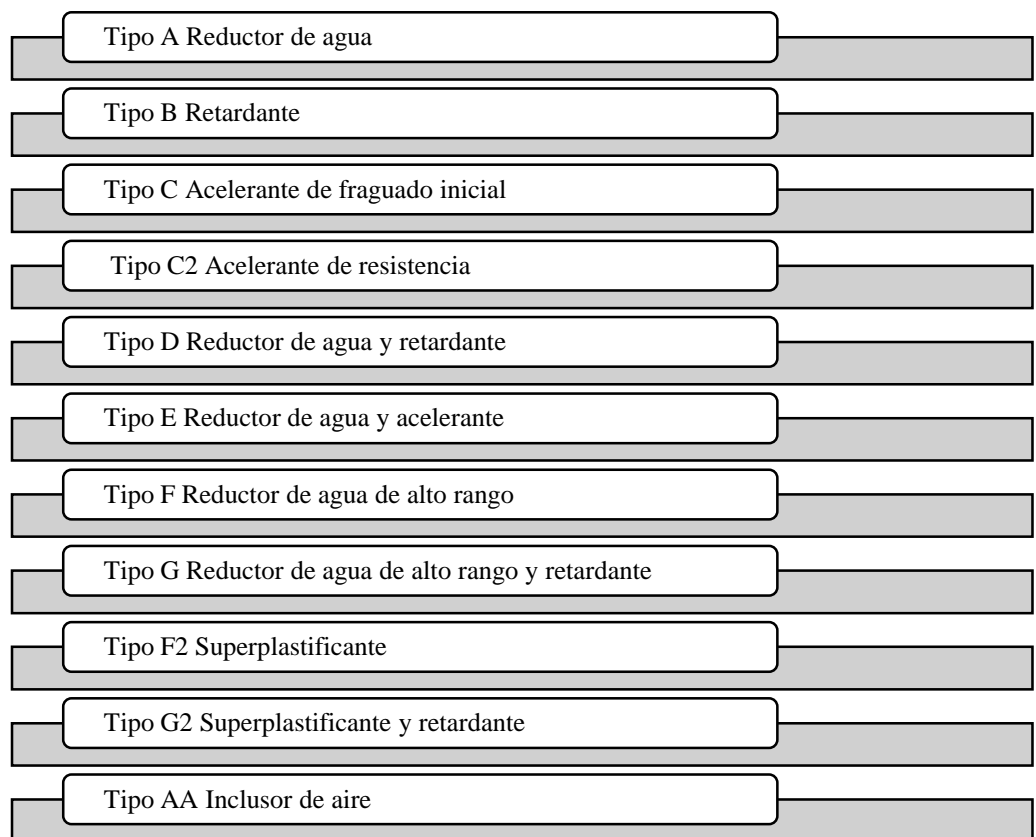


*Ilustración 10 Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién Mezclado Mediante el Método por Presión
Fuente: Laboratorio IMCYC – México D.F.*

2.2.6.5 Aditivos

El American Concrete Institute (ACI) 212, define como tal a este componente como un elemento diferente al agua, agregado y cemento hidráulico, aquel que se puede adicionar a la mezcla tanto antes o durante el proceso de desarrollo de la mezcla. Su uso en la actualidad obedece principalmente a la mejora de algunas particularidades del concreto, a su vez la optimización en el proceso constructivo, tiempo y presupuesto

La Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM) específicamente en La ASTM 494 de Especificaciones Normalizadas de Aditivos químicos para Concreto plantean una clasificación para estos:



*Ilustración 11 Clasificación de los Aditivos
Fuente: Elaboración Propia*

2.2.7 Pasos básicos para diseñar una mezcla de concreto

Según Alvares en su publicación de Diseño de Mezclas; es importante contar con la siguiente información para elaborar una mezcla de concreto:

1. Obtener la información que se detalla a continuación:
 - + Los recursos materiales e insumos;
 - + Del ambiente a vaciar, magnitud y formas estructurales;
 - + Resistencia o soporte a la compresión exigida;
 - + Condiciones medioambientales en el transcurso del vaciado; y
 - + Clausulas al que está sujeta la estructura
2. Calcular el nivel de resistencia en base a lo solicitado

$$f'c = \text{Resistencia a la Compresión} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

Esta resistencia será planteada por el ingeniero encargado (según uso)

Del ACI 318-99 se define:

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

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

Donde:

σ : Desviación standar (kg/cm²)

$f'cr$: Resistencia a la compresión requerida (kg/cm²)

Una vez desarrolla ambas fórmulas (1 y 2), se escogerá a la que da mayor valor.

3. Escoger el tamaño o volumen máxima nominal del agregado de gradación gruesa
4. Selección del asentamiento

Este será acorde al elemento estructural a vaciar

Tipo de estructuras	Slump máximo	Slump mínimo
Zapatas y muros de cimentación en condiciones reforzadas	3"	1"
Sencillas cimentaciones y calzaduras	3"	1"
Vigas y murallas armadas	4"	1"
Columnas	4"	2"
Baldosas y pavimentos	3"	1"
Estructura de concreto ciclópeo	2"	1"

Tabla 1 Asentamientos recomendados para diversos tipos de obra

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú – Enrique Pasquel

5. Determinación del volumen de agua

“Los litros de agua (en base al volumen unitario de concreto) solicitado para elaborar un asentamiento en particular denominado SLUMP, está en referencia a la magnitud del agregado, estructura o forma de las partículas y escala o progreso de los agregados y de la cantidad de aire incorporado” (Alvares, p. 7).

6. Establecer el Contenido de aire

Para determinar el contenido de aire para una mezcla de concreto se tiene la siguiente tabla; donde se considera tanto con aire incorporado y sin aire incorporado

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin Aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
% Aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119

6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154
% de Aire incorporado en función del grado de exposición								
Normal	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Moderado	8.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Extrema	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Tabla 2 Aproximadas de Agua de amasado para diferentes Slump, tamaño máximo de agregado y Contenido de Aire

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú – Enrique Pasquel

7. Seleccionar el nivel de relación Agua/Cemento

Es muy importante considerar esta relación no solo para la resistencia sino para la durabilidad y en algunos casos para el acabado.

f'c a 28 días (Kg/cm²)	Nivel de relación agua -cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
450	0.38	— · —
400	0.42	— - —
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.60
150	0.79	0.70

8. Cálculo del contenido de Cemento

9. Cálculo de los pesos de los materiales agregados

10. Dar a conocer el diseño de mezcla en condiciones secas

11. Rectificar el diseño de mezcla en condiciones secas a raíz de la humedad

12. Plantear el diseño de mezcla en circunstancias o condiciones húmedas

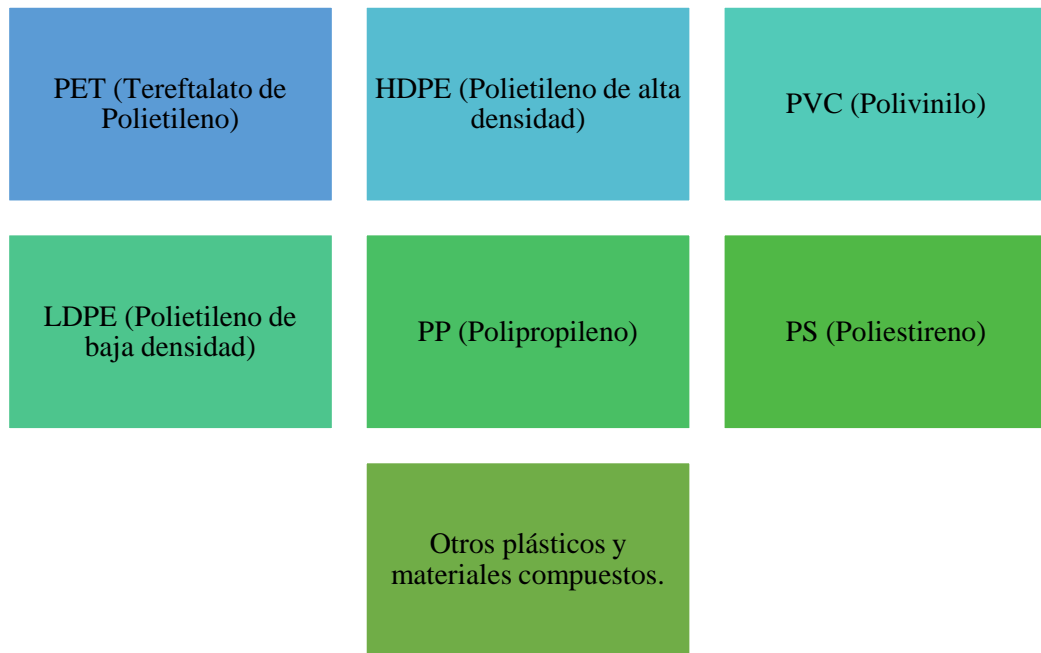
13. Efectuar los arreglos necesarios a las composiciones o mezclas sujetas a pruebas

2.2.8 Plásticos

Este es el termino común y cotidiano para explicar una amplia variedad de materia sintética o semisintética que se emplea para diversas actividades industriales en diversos sectores de la ingeniería u otras áreas. Nuestro planeta está rodeado de este material por donde se vea. Empleamos diversos productos de plástico para que la vida sea más pulcro, sencillo, fácil, seguro y más placentero. Se encuentra plástico en los envases de distintos productos, en la ropa, accesorios, dispositivos tecnológicos y médicos, los medios de transporte, entre otros. “Los objetos plásticos son elementos orgánicos al igual que el papel, madera o lana. Para producir plástico se requiere de principales materias primas naturales como; gas natural, carbón, celulosa, sal y lo principal, el petróleo” (PlasticsEurope, 2021). Las mismas que actualmente se han convertido en el insumo preferido; porque admite equilibrar las necesidades actuales con la protección medioambiental.

En la actualidad el desecho de este tipo de material viene afectando considerablemente el medio ambiente provocando un daño considerable al planeta.

2.2.9 Tipos de Plásticos



*Ilustración 12 Tipos de Plásticos
Fuente: Elaboración Propia*

2.2.10 Polietileno de Alta Densidad (HDPE)

Según (Envaselia, s.f.) el polietileno de alta densidad es un “polímetro termoplástico constituido por numerosas cantidades de etileno. Esta es muy conocida por sus siglas en inglés HDPE, o High Density Polyethylene) y en español (PEAD), o polietileno de alta densidad”.

Fundamentalmente este tipo de plástico se obtiene a través de un proceso complejo por adición, para esto se incorporan diferentes muestras de etileno. Dentro de su composición las moléculas presentan distintas ramas, lo que le atribuye una consistencia molecular relativamente aceptable, lo cual mejora sus propiedades tales como la resistencia y dureza.

Características y Propiedades

Tanto las características como las propiedades son fundamentales para el tema del desarrollo de la investigación, estas se plasman en la siguiente ficha técnica

Polietileno de Alta Densidad (HDPE)

Descripción:

Polietileno de Alto Impacto de Fácil procesamiento diseñado Para aplicaciones generales e Ideal para procesos de Termoformado

Características Principales:

Alta Densidad
Fácil Procesamiento
Alta Productividad
FDA

Propiedades ASTM e ISO

Físicas	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Gravedad Específica		0.96	ASTM D792
Flujo de Masa (fundida)			ASTMD1238
	190°C/2.16 Kg	0.8 g/10 min	
	190°C/21.6 Kg	57 g/10 min	
Resistencia al agrietamiento por tensión ambiental			ASTM D 1693
	122 °F, 100% Igepal, F50	20 hr	
Mecánicas	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Resistencia a la tracción		4600 psi	ASTM D638
Resistencia a la rotura		3500 psi	ASTM D638
Rendimiento de alargamiento a la tracción		7 %	ASTM D638
Rotura de alargamiento por tracción		1000 %	ASTM D638
Módulo de flexión -2% secante		188000 psi	ASTM d790b
Impact	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Resistencia a la tracción		40 ft-lb/inz	ASTM D1822
Dureza	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Metodo de Prueba
Durómetro Dureza		66	ASTM D2240
Térmica	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Temperatura de deflexión bajo carga		169 °F	ASTMD648
Tempratura de fragilidad		< -105 °F	ASTM D746
Temperatura de reblandecimiento Vicat		268 °F	ASTMD1525
Térmica	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Temperatura de Fusión		271 °F	Interno
Temperatura Pico de Cristalización		248 °F	Interno
Información Adicional	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba

Placa moldeada y probada de acuerdo a ASTM D4976

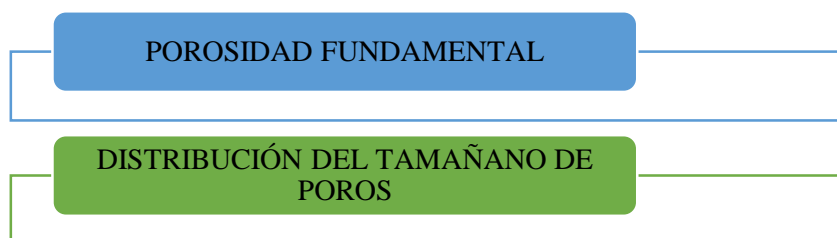
2.3 Influencia de los ciclos de congelamiento y deshielo en el Concreto

La estructura porosa que conforma el concreto en sí, hace referencia a un sistema el cual se encuentra constituido íntegramente por tipos de poros contenidos y su división dentro de su compuesto (masa).

La actuación del concreto frente a las distintas acciones o sucesos agresivos como físicos, químicos y biológicos del medioambiente guardan relación con el traslado de materias dentro de su esquema porosa.

De acuerdo con la especialista Esperanza Menéndez se considera que “al interior de la porosidad del concreto, la principal porosidad compete a poros interconectados y simboliza el más alto contenido reversible en agua; mientras que; la pasta de cemento está en base al 20% o 30% según sea el caso”. Cabe señalar que; este tipo de porosidad guarda relación con el traslado de sustancias líquidas, gases y la interacción o cambio de sustancias diluidas.

Esperanza Menéndez Méndez especialista en temas de concreto menciona y asume dos tipos de criterios esenciales que guardan relación con el transporte de sustancias desde la parte interna de los poros:



Acorde al tamaño o proporción de los poros del material concreto se clasificar en “macroporos, poros capilares y microporos” (Sánchez,2003).

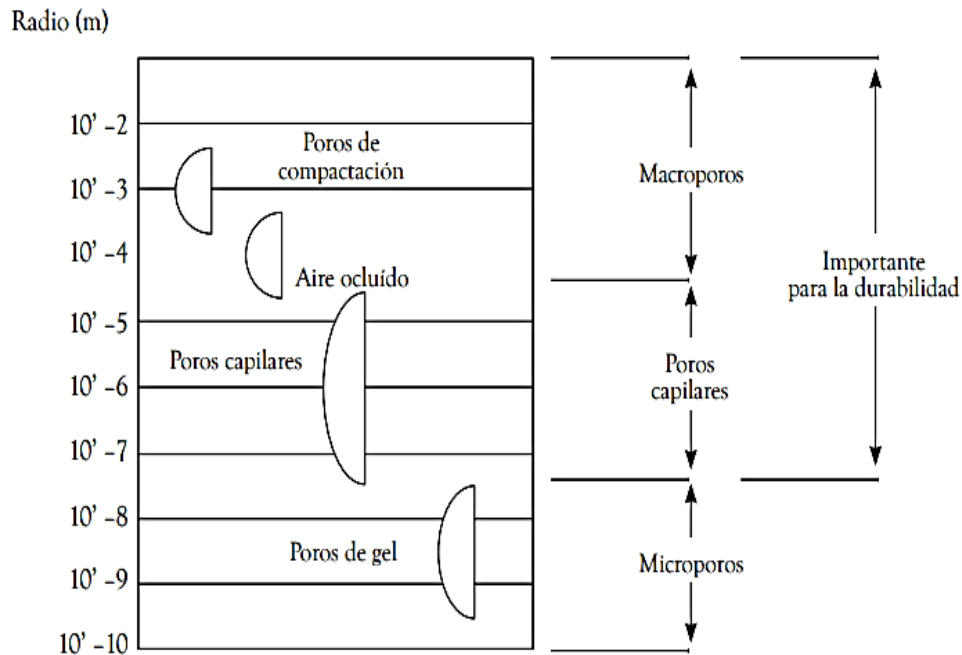


Ilustración 13 Esquema de la distribución del tamaño de poros en el concreto

Fuente: D. Sánchez de Guzmán, *Durabilidad y patología del Concreto*, Bogotá: Asocreto, 2003.

Sánchez (2003) menciona lo siguiente:

Los macroporos hacen referencia a las burbujas de aire encerradas naturalmente (poros compactos) o las incluidas con intención (poros de aire ocluido); mientras que; los poros capilares son poros que se encontraron afuera del gel de cemento, por ello presentan una estructura variable y suelen o no estar interrelacionados y receptivos al medio externo. Y por último están los microporos que contemplan los poros de pasta en condición hidratada y dura (resistente). Por lo general estos poros no realizan o presentan intercambios de agua con el medio ambiente por naturaleza.

Los poros que presentan mayor relación con el tiempo de duración del concreto y transporte de materias o sustancias en dirección a este se ubican los macroporos y los poros capilares. Mientras que los poros de gel, por la condición de tamaño o magnitud que presentan, son por lo general no helables.

2.4 Mecanismos de Daño

El concreto a pesar de ser uno de los materiales más resistentes dentro del campo de la ingeniería civil esta vulnerable a los efectos causados por el medio ambiente, este impacto permanente de deterioro a causa de diversos factores origina un descenso en el tiempo de vida útil con el cual inicialmente se planteó.

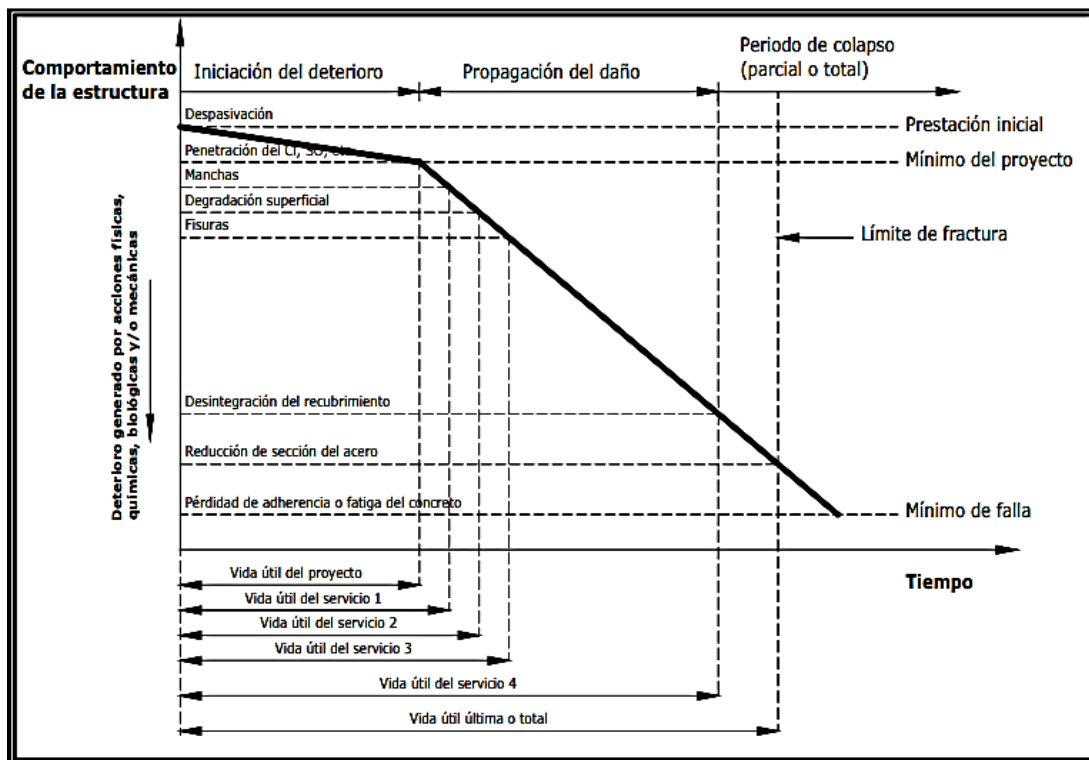


Ilustración 14 Comportamiento del concreto ante deterioro prolongado

Fuente: D. Sánchez de Guzmán, *Durabilidad y patología del Concreto*, Bogotá: Asocreto, 2003.

2.5 Hipótesis general

El polietileno de alta densidad reciclado influye directa y significativamente en las propiedades del concreto en pavimentos sometidos a ciclos de congelamiento y descongelamiento.

2.6 Hipótesis específicas

- ✚ El polietileno reciclado de alta densidad influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo
- ✚ El polietileno reciclado de alta densidad influye significativamente en el fisuramiento del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo
- ✚ El polietileno reciclado de alta densidad influye significativamente en la trabajabilidad del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo.

2.7 Variables de investigación

2.7.1 Variable Independiente

Porcentaje de Polietileno reciclado de alta densidad (HDPE)

2.7.2 Indicador

Porcentaje de HDPE

- 5%
- 10%
- 15%
- 25%

2.7.3 Variable dependiente

Concreto Hidráulico

2.7.4 Dimensiones

Propiedades mecánicas

2.7.5 Indicadores

- Resistencia a la Compresión
- Índice de Condición del Pavimento (PCI)
- Trabajabilidad

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Método de investigación

Según Gonzales (2011), el método científico se desarrolla “a través de un proceso o fases, las cuales son resultado de la experiencia que han sido previstas de pautas o reglas lógicas; proceso que se presenta con el objetivo de dar solución o respuesta a los problemas planteados” (p.173). Frente a ello en la ejecución de la presente investigación se ha propuesto la fabricación de probetas de material concreto, para luego ejecutar un proceso de elaboración de ensayos que especifiquen sus atributos mecánicos, y en base a estas se tenga la oportunidad y facilidad de solucionar los problemas que se puedan suscitar y así mismo justificar las hipótesis de investigación que se planteó previamente.

3.2 Tipo de Investigación

Para el desarrollo de la presente de la investigación se optó por el tipo de investigación aplicada. Donde, según Hernández (2014) consiste en “comprobar la teoría con los sucesos reales por medio de la ejecución de ensayos para evaluar las características o cualidades mecánicas de la estructura concreta para pavimentaciones rígidas, con el fin de comprobar las hipótesis de investigación” (p.232).

3.3 Nivel de Investigación

La investigación es de nivel explicativa, porque “el investigador tiene como objetivo estudiar el porqué de los hechos o contextos que se presenten en la realidad y posteriormente explicarlas” (Hernández, 2014, p.272).

3.4 Diseño de Investigación

La presente investigación se desarrolla bajo el diseño de investigación experimental y cuasi experimental; porque “a raíz de la variación de la variable independiente, se presenta o causa la dosificación de agregado reciclado; y permite analizar las consecuencias que se manifiestan en la variable dependiente siendo las propiedades mecánicas del concreto para pavimentaciones rígidas(efecto)” (Hernández, 2014, p.291).

3.5 Metodología

La metodología de la presente investigación será cuantitativa de tipo cuasi experimental, donde según (Hernández (2014) este diseño “tiene como objetivo administrar estímulos o tratamientos a un sector o grupo y posterior a ello hacer mediaciones a una o más variables para conocer cuál es el grado o nivel de la muestra, donde se manipulará la variable independiente con el Pre Test y Post-Test” (p.129).

3.6 Población y Muestra

3.6.1 Población

Para Hernández (2014) la población es la “agrupación de todos los casos que comparten una serie de características o rasgos” (p.65). La presente investigación asume como población de estudio al concreto elaborado con

fibras de polietileno de alta densidad recicladas (PEAD) y expuestos a fases o ciclos de congelamiento y deshielo; con el fin de simular las situaciones climáticas del anexo de Pachachaca.

Vías principales de mayor transitabilidad de la jurisdicción urbana del anexo de Pachachaca del Distrito de Yauli, Provincia de Yauli, Región Junín.

3.6.2 Muestra

La Muestra será del tipo no probabilístico intencional, siendo así 150 probetas de concreto, elaboradas con fibras de polietileno de elevada densidad recicladas, expuestas a fases de congelamiento y deshielo y roturadas a los 3, 7, 14, 21 y 28 días. La investigación se desarrolla para el ámbito del camino Yauli de la zona urbana del anexo de Pachachaca del Distrito de Yauli, Provincia de Yauli, Región Junín.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Diseño del Concreto en Laboratorio

Para el desarrollo de la primera etapa del diseño, se realizó la caracterización de materiales, es decir se hizo los ensayos para el agregado grueso y el agregado fino.

4.1.1 Análisis Granulométrico Por Tamizado

El análisis granulométrico nos brinda el porcentaje de retenido de material en cada tamiz, teniendo como resultado una distribución de las partículas del material ensayado, para la muestra de agregado grueso se tuvo 2 kg y para la muestra de agregado fino 1.5 kg.

AGREGADO FINO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% ACUMULADO QUE RETIENE	% QUE PASA
3"	75.000	0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	62.000	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	175	11.7	11.7	88.3
N° 8	2.360	335	22.3	34.0	66.0
N° 10	2.000	111	7.4	41.4	58.6
N° 16	1.180	282	18.8	60.2	39.8
N° 30	0.600	307.4	20.5	80.7	19.3
N° 40	0.420	112.4	7.5	88.2	11.8
N° 50	0.300	30.8	2.1	90.2	9.8
N° 80	0.180	108	7.2	97.4	2.6
N° 100	0.150	5	0.3	97.8	2.2
N° 200	0.074	26.6	1.8	99.5	0.5
FONDO	0.000	6.8	0.5	100.0	0.0
TOTAL		1500.00	100		

Tabla 3 Análisis granulométrico por tamizado - Agregado Fino

Fuente: Elaboración propia

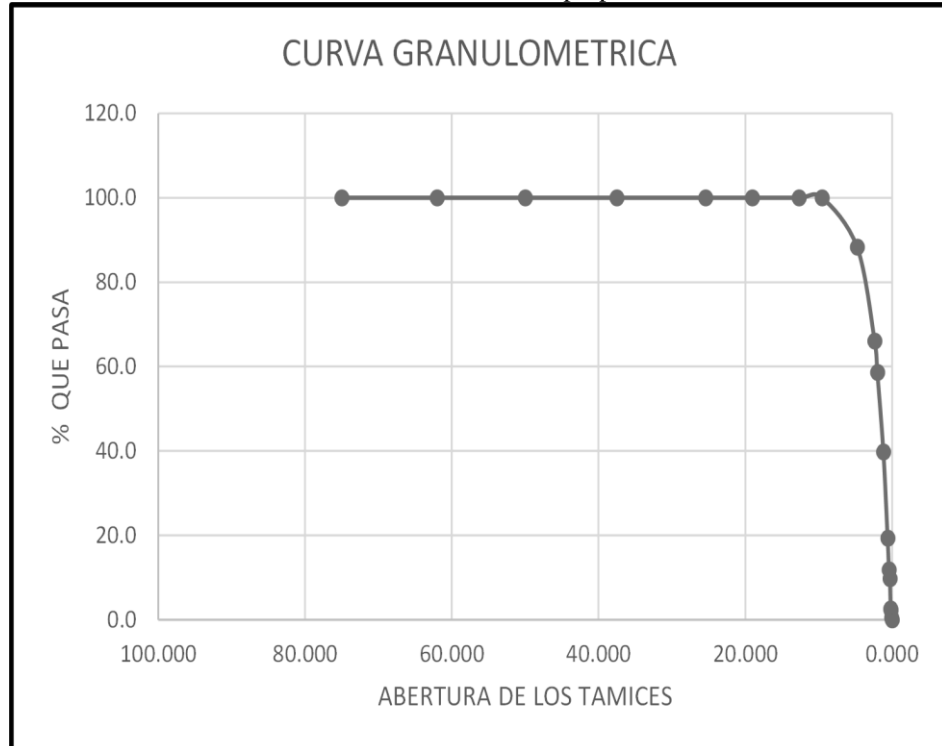


Ilustración 15 Curva Granulométrica - Agregado fino

Fuente: Elaboración propia

AGREGADO GRUESO

El material de agregado grueso nos muestra una dimensión máxima de 3/4" y una dimensión máxima nominal de 1/2", el módulo de finura de este material nos da 7.23 desarrollándola así mediante la siguiente formula

No. 100, No. 50, No. 30, No. 16, No. 8, No. 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", 3" y de 6"

y el módulo de finura será:

$$MF = \frac{\sum \%retenido_acumulado(6"+3"+1\frac{1}{2}"+\frac{3}{4}"+\frac{3}{8}"+N^{\circ}4+N^{\circ}8+N^{\circ}16+N^{\circ}30+N^{\circ}50+N^{\circ}100)}{100}$$

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% ACUMULADO QUE RETIENE	% QUE PASA
3"	75.000	0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	62.000	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.050	556.6	27.8	27.8	72.2
1/2"	12.700	1024.2	51.2	79.0	21.0
3/8"	9.525	325.2	16.3	95.3	4.7
N° 4	4.760	94	4.7	100.0	0.0
N° 8	2.360	0	0.0	100.0	0.0
N° 10	2.000	0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0	0.0	100.0	0.0
N° 40	0.420	0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0	0.0	100.0	0.0
N° 80	0.180	0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.074	0	0.0	100.0	0.0
FONDO	0.000	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		2000.000	100		

Tabla 4 Análisis granulométrico por tamizado - agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

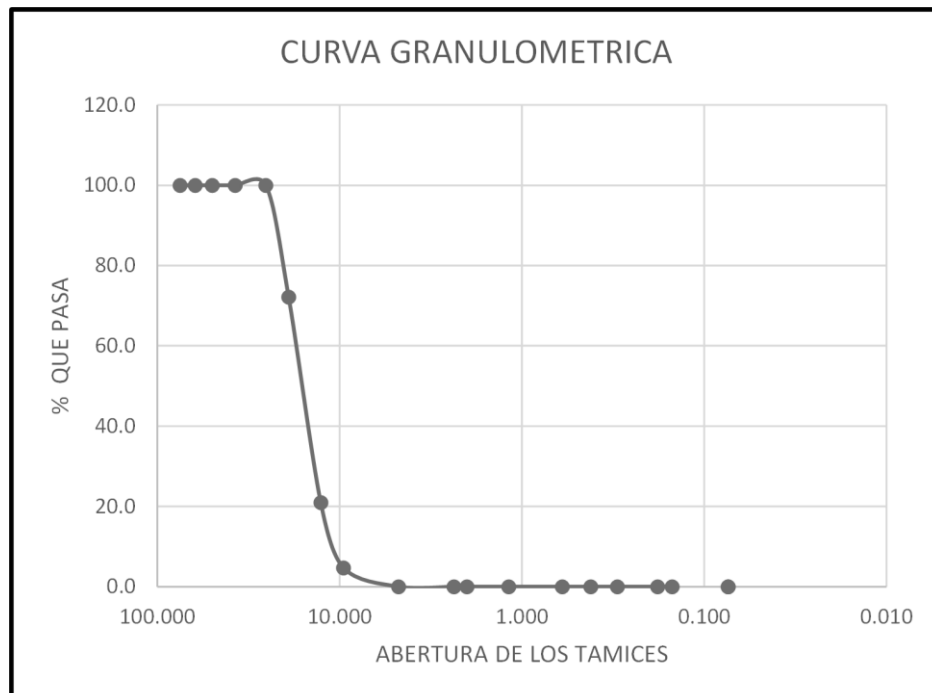


Ilustración 16 Curva granulométrica - agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Peso Unitario Suelto

Datos	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso de recipiente	Kg	1.636	1.636	1.636
Peso de recipiente + muestra	Kg	6.631	6.655	6.652
Peso de la muestra	Kg	4.995	5.019	5.016
Volumen del recipiente	m ³	0.003	0.003	0.003
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³	1665	1673	1672
PROMEDIO PUC	Kg/m ³	1670		

Tabla 5 Peso unitario - agregado fino

Fuente: Elaboración propia

Datos	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso de recipiente	Kg	1.636	1.636	1.636
Peso de recipiente + muestra	Kg	5.935	5.971	5.962
Peso de la muestra	Kg	4.299	4.335	4.326
Volumen del recipiente	m ³	0.003	0.003	0.003
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³	1433	1445	1442
PROMEDIO PUS	Kg/m ³	1440		

Tabla 6 Peso unitario - agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Peso Unitario Compactado

Datos	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso de recipiente	Kg	1.636	1.636	1.636
Peso de recipiente + muestra	Kg	7.297	7.36	7.369
Peso de la muestra	Kg	5.661	5.724	5.733
Volumen del recipiente	m ³	0.003	0.003	0.003
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³	1887	1908	1911
PROMEDIO PUS	Kg/m ³	1902		

Tabla 7 Peso unitario compactado - agregado fino

Fuente: Elaboración propia

Datos	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso de recipiente	Kg	1.636	1.636	1.636
Peso de recipiente + muestra	Kg	6.5	6.3	7.2
Peso de la muestra	Kg	4.864	4.664	5.564
Volumen del recipiente	m ³	0.003	0.003	0.003
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³	1621	1555	1855
PROMEDIO PUC	Kg/m ³	1677		

Tabla 8 Peso unitario compactado - agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Peso Especifico

DATOS	Unidad	M-1	M-2	M-3
Psss + tara	gr	562	575	563
Pmsh + tara	gr	545	539	547
Peso tara	gr	62	75	63
Psss	gr	500	500	500
Pmshv	gr	483	464	484
Volumen desplazado	cm3	180	180	180
Peso especifico	gr/cm3	2.68	2.58	2.69
Promedio peso especifico	gr/cm3	2.65		

Tabla 9 Peso específico - Agregado Fino

Fuente: Elaboración propia

DATOS	Unidad	M-1	M-2	M-3
Pmsh	gr	3835	3971	3983
Psss	gr	3815	3940	3975
Psssumergido + canastilla	gr	3240	3390	3390
Peso canastilla	gr	890	890	890
Pss sumergido	gr	2350	2500	2500
Peso agregado	cm3	1465	1440	1475
Peso especifico	gr/cm3	2.62	2.76	2.7
Promedio peso especifico	gr/cm3	2.69		

Tabla 10 Peso específico - Agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

El avance de los ensayos se ejecutó en base al “Manual de Ensayo de Materiales” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en forma paralela con el “Tópico de Tecnología del Concreto en el Perú” de Enrique Pasquel Carbajal

4.1.5 Absorción

DATOS	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente	gr	62	65	62
Peso tara + Psss	gr	562	565	562
Psss	gr	500	500	500
Pmsh	gr	495.1	494.6	494.77
% absorción	%	0.01	0.011	0.0106
Promedio % ABS	%	1.05%		

Tabla 11 Porcentaje de Absorción - Agregado Grueso

Fuente: Elaboración propia

DATOS	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente	gr	62	65	62
Peso tara + Psss	gr	562	565	562
Psss	gr	500	500	500
Pmsh	gr	487.2	486.9	486.66
% absorción	%	0.026	0.027	0.0274
Promedio % ABS	%	2.67%		

Tabla 12 Porcentaje de absorción - Agregado fino

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos del ensayo de absorción son utilizados para hacer cálculos de la transformación de la masa del agregado a causa de la absorción de agua entre las áreas de los poros entre los fragmentos que lo integra, contraponiendo al estado seco, aunque es conocido que el agregado ha estado unido al agua, necesario para cubrir en mayor nivel la absorción potencial.

El mayor nivel porcentual de absorción es el del agregado fino con un porcentaje de 2.67% de absorción.

4.1.6 Humedad

DATOS	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente	gr	62	65	62
Peso tara + Pmn	gr	562	565	562
Pmn	gr	500	500	500
Pmsh	gr	482.2	481.5	481.86
Contenido humedad	%	0.037	0.038	0.0376
Promedio humedad	%	3.76%		

Tabla 13 Porcentaje de Humedad-Agregado Fino

Fuente: Elaboración propia

DATOS	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente	gr	62	65	62
Peso tara + Pmn	gr	562	565	562
Pmn	gr	500	500	500
Pmsh	gr	499.4	499	499.72
Contenido humedad	%	0.001	0.002	0.001
Promedio humedad	%	0.12%		

Tabla 14 Porcentaje de Humedad - Agregado Grueso

Fuente: Elaboración propia

4.2 Resultados de Ensayo a la Compresión – Testigos Cilíndricos

Se tuvo 5 tipos de muestras ensayadas con 0%, 5%, 10%, 15% y 25% de polietileno reciclado en la dosificación del diseño de mezcla con reemplazo en el agregado grueso. Los testigos fueron en moldes de 4” x 8” en relación 1 en 2, se tuvo un total de 30 probetas para cada dosificación con una muestra de 10 probetas para 7 días de curado, 10 probetas para 14 días y 10 probetas para 28 días.

EDAD DEL CONCRETO	% DE RESISTENCIA
7 días	65%
14 días	90%
28 días	99%

Tabla 15 Resistencia del concreto a diferentes edades de curado

Fuente: Elaboración propia

Manual de ensayo de materiales MTC-2016	ENSAYO A LA COMPRESIÓN		
	7 días	14 días	28 días
Espécimen 1	136	192	215
Espécimen 2	134	193	208
Espécimen 3	135	185	208
Espécimen 4	141	190	217
Espécimen 5	130	195	210
Espécimen 6	129	185	207
Espécimen 7	129	191	214
Espécimen 8	137	187	211
Espécimen 9	129	194	217
Espécimen 10	141	193	213

Tabla 16 Resistencia a la compresión - 0% de polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 17 Gráfica de resistencia a la compresión a los 28 días - 0% polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

PROMEDIOS 0% POLIETILENO REC.		
7 días	14 días	28 días
134	191	212

El diseño fue de concreto de 210 kg/cm², para los testigos elaborados con la mezcla sin ningún porcentaje de polietileno de alta densidad en su diseño se obtuvo un promedio de 212 kg/cm² de resistencia a la compresión a los 28 días.

Manual de ensayo de materiales MTC-2016	ENSAYO A LA COMPRESIÓN		
	7 días	14 días	28 días
Especimen 1	147	205	221
Especimen 2	142	204	225
Especimen 3	142	206	224
Especimen 4	141	201	226
Especimen 5	149	204	222
Especimen 6	143	200	220
Especimen 7	145	204	227
Especimen 8	140	204	220
Especimen 9	140	203	224
Especimen 10	150	195	218

Tabla 17 Resistencia a la compresión - 5% de polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 18 Gráfica de resistencia a la compresión a los 28 días - 5% polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

PROMEDIOS 5% POLIETILENO REC.		
7 días	14 días	28 días
144	203	223

Para las probetas con 5% de polietileno de elevada densidad reciclado se obtuvo un promedio de 223 kg/cm² de soporte a la compresión, se observa un aumento de resistencia a la compresión del 5.19% respecto a las probetas ensayadas con 0% de polietileno de alta densidad reciclado.

Manual de ensayo de materiales MTC-2016	ENSAYO A LA COMPRESIÓN		
	7 días	14 días	28 días
Espécimen 1	169	239	258
Espécimen 2	168	233	262
Espécimen 3	174	232	260
Espécimen 4	166	235	261
Espécimen 5	171	238	258
Espécimen 6	170	235	261
Espécimen 7	165	232	258
Espécimen 8	165	238	259
Espécimen 9	169	233	260
Espécimen 10	173	236	263

Tabla 18 Resistencia a la compresión - 10% de polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

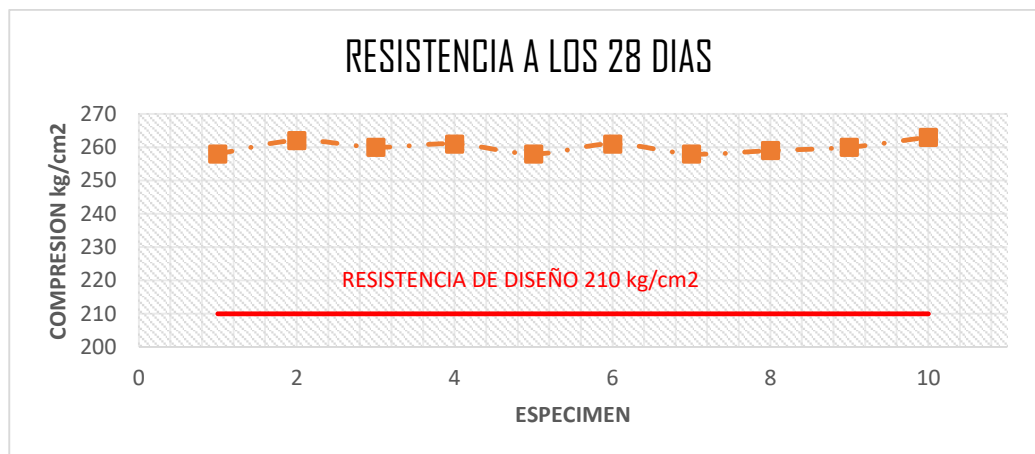


Ilustración 19 Gráfica de resistencia a la compresión a los 28 días - 10% polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

PROMEDIOS 10% POLIETILENO REC.		
7 días	14 días	28 días
169	235	260

En el ensayo de compresión de testigos cilíndricos de 4"x8" con 10% de polietileno de elevada densidad reciclado se observa un aumento aproximado de 22.6% respecto a las probetas con 0% de polietileno reciclado de alta densidad.

Manual de ensayo de materiales MTC-2016	Ensayo a la compresión		
	7 días	14 días	28 días
Especimen 1	189	261	290
Especimen 2	189	263	297
Especimen 3	189	263	292
Especimen 4	188	265	293
Especimen 5	190	262	291
Especimen 6	192	264	293
Especimen 7	193	265	292
Especimen 8	187	266	292
Especimen 9	191	266	295
Especimen 10	191	262	296

Tabla 19 Resistencia a la compresión - 15% de polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

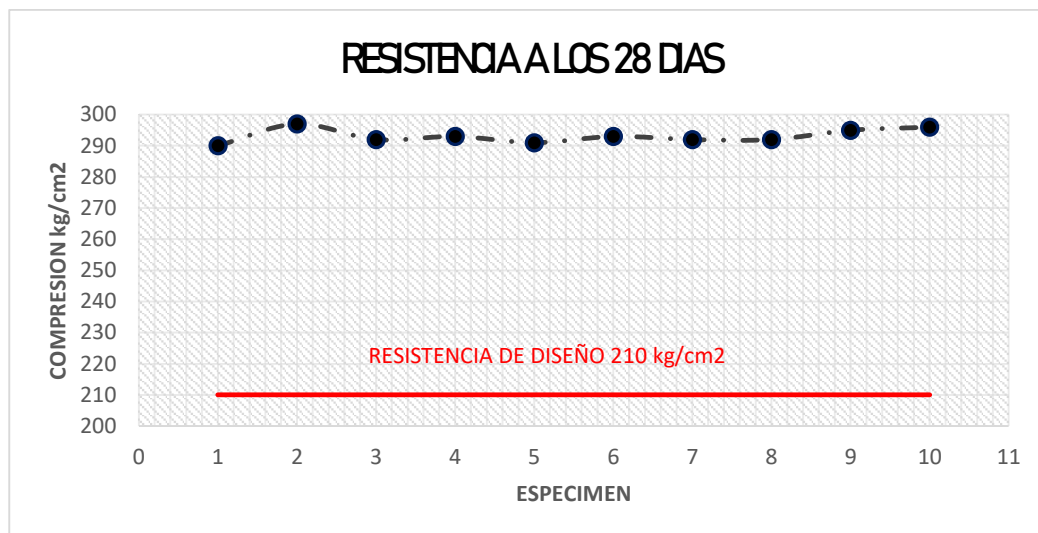


Ilustración 20 Grafica de resistencia a la compresión a los 28 días - 15% polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

PROMEDIOS 15% POLIETILENO REC.		
7 días	14 días	28 días
190	264	293

Se mantiene la tendencia de aumento en la resistencia a la compresión con un 38.21% con respecto a las probetas patrón que tienen 0% de polietileno de alta densidad reciclado.

Manual de ensayo de materiales MTC-2016	Ensayo a la compresión		
	7 días	14 días	28 días
Espécimen 1	218	298	340
Espécimen 2	217	308	338
Espécimen 3	217	299	338
Espécimen 4	223	306	332
Espécimen 5	224	304	337
Espécimen 6	221	299	332
Espécimen 7	217	300	340
Espécimen 8	217	306	334
Espécimen 9	220	305	336
Espécimen 10	221	305	340

Tabla 20 Resistencia a la compresión - 25% de polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

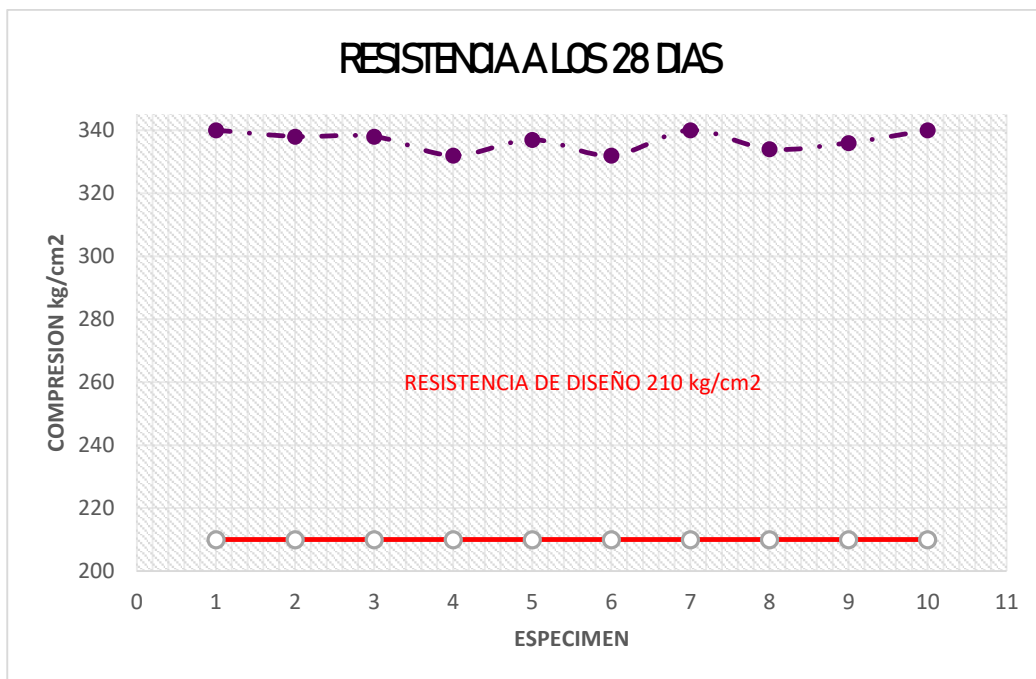


Ilustración 21 Grafica de resistencia a la compresión a los 28 días - 25% polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

PROMEDIOS 25% POLIETILENO REC.		
7 días	14 días	28 días
220	303	337

Se obtuvo un promedio de 337 kg/cm² como resultado al ensayo de compresión, esto representa un aumento del 58.9% considerando una resistencia inicial de 212 kg/cm² para las muestras sin adición de polietileno reciclado de alta densidad.

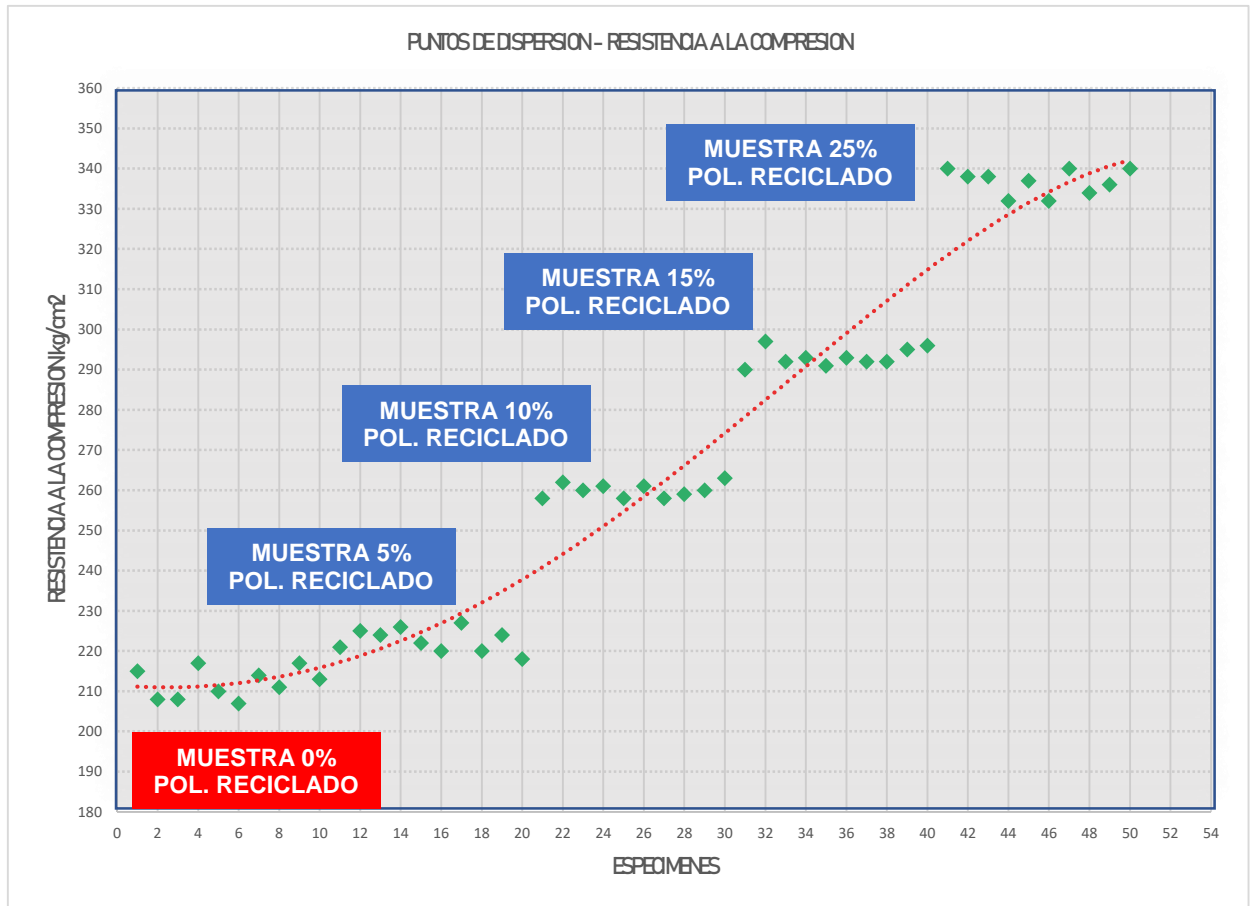


Ilustración 22 Línea de Tendencia - Resultados ensayo resistencia a la compresión (28 días)

Fuente: Elaboración propia

La ilustración 21 representa las resistencias de las 10 probetas ensayadas a una edad de 28 días, 10 probetas por cada porcentaje de adición de polietileno de alta densidad reciclado haciendo un total de 50 resultados representados en los puntos de dispersión de la gráfica donde se observa una marcada línea de tendencia con resultados directamente proporcionales, es decir a mayor porcentaje de polietileno reciclado en el diseño mayor es la resistencia (estudio basado en el desarrollo único de porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 25%).

4.3 Estudio del Índice de Condición Del Pavimento (PCI)

RANGO	CLASIFICACIÓN	COR
100-86	EXCELENTE	
85-71	MUY BUENO	
70-56	BUENO	
55-41	REGULAR	
40-26	MALO	
25-11	MUY MALO	
10-0	FALLADO	

Ilustración 23 Rangos de Clasificación - PCI

Fuente: Ingepav -Ingeniería en pavimento (Manual PCI)

El índice de condición de pavimento (PCI) se considera como metodología de evaluación de pavimentos el cual se realiza mediante la inspección visual, para el desarrollo de la investigación se dio énfasis en la inspección de las grietas y/o algún tipo de fisura en la losa de concreto (Paños), en la ilustración N° 24 se muestra el rango de clasificación el cual se mide de 0-100 siendo “0” el rango más bajo de PCI el cual muestra un pavimento fallado totalmente destruido y el rango de “100” el cual representa un pavimento nuevo sin ningún tipo de falla en su estructura.

(tiempo)	D acumulado	PCI
0	0	100
7	10	90
15	29	71
30	60	40
45	76	24
60	81	19
90	103	0
120	104.5	0

Tabla 21 Resultados del análisis de índice de condición de pavimento - Paño 1

con 0% de Polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

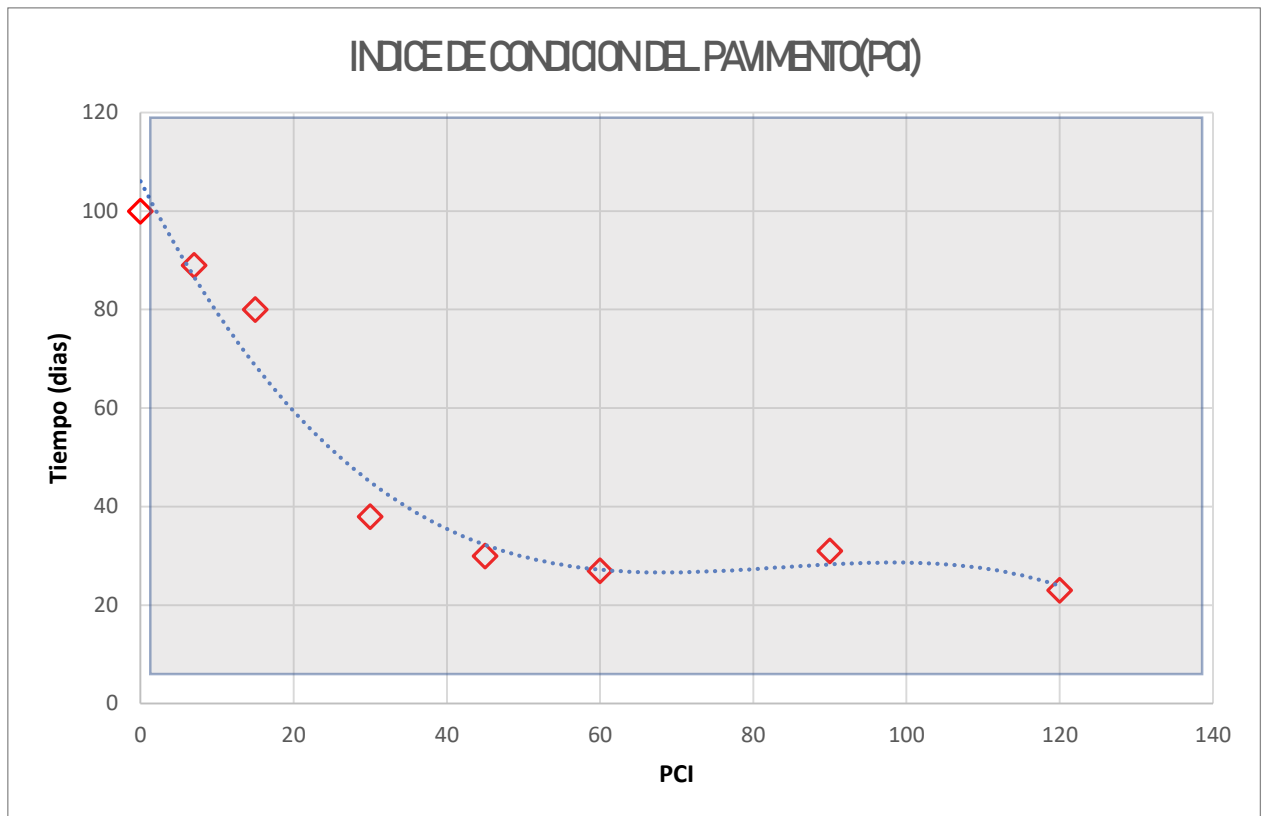


Ilustración 24 Línea de tendencia - Resultados PCI Paño 1 con 0% de Polietileno Reciclado

Fuente: Elaboración propia

Los valores de los resultados que se presentan en la Tabla 21 y la ilustración 25 son correspondientes al Paño 1 en inspección el cual fue diseñado sin ningún tipo de aditivo o filler, considerado para la investigación como muestra patrón por medio de la resistencia o soporte de diseño de estructura de 210 kg/cm². Paño el cual según el estudio entre los 30 y 45 días ya se ubica en una condición mala entre regular.

El estudio de índice de posición de pavimento de los 5 años con distinto valor porcentual de polietileno reciclado de alta densidad se realizó para un total de 120 días con diferentes lapsos de tiempo para poder establecer una clasificación de su condición.

T(tiempo)	D acumulado	PCI
0	0	100
7	11	89
15	20	80
30	62	38
45	70	30
60	73	27
90	69	31
120	77	23

*Tabla 22 Resultados del análisis de índice de condición de pavimento - Paño 2
con 5% de Polietileno reciclado*

Fuente: Elaboración propia

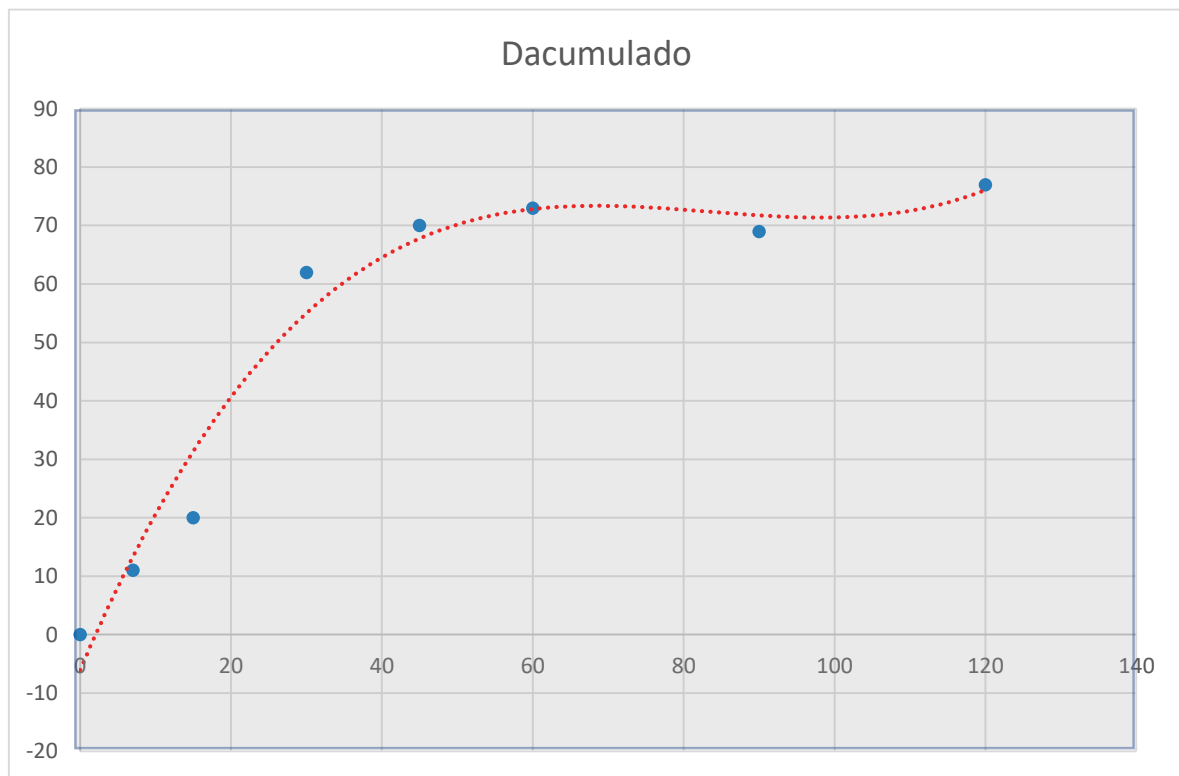


Ilustración 25 Línea de tendencia - Resultados D acumulado Paño 2

con 5% de Polietileno Reciclado

Fuente: Elaboración propia

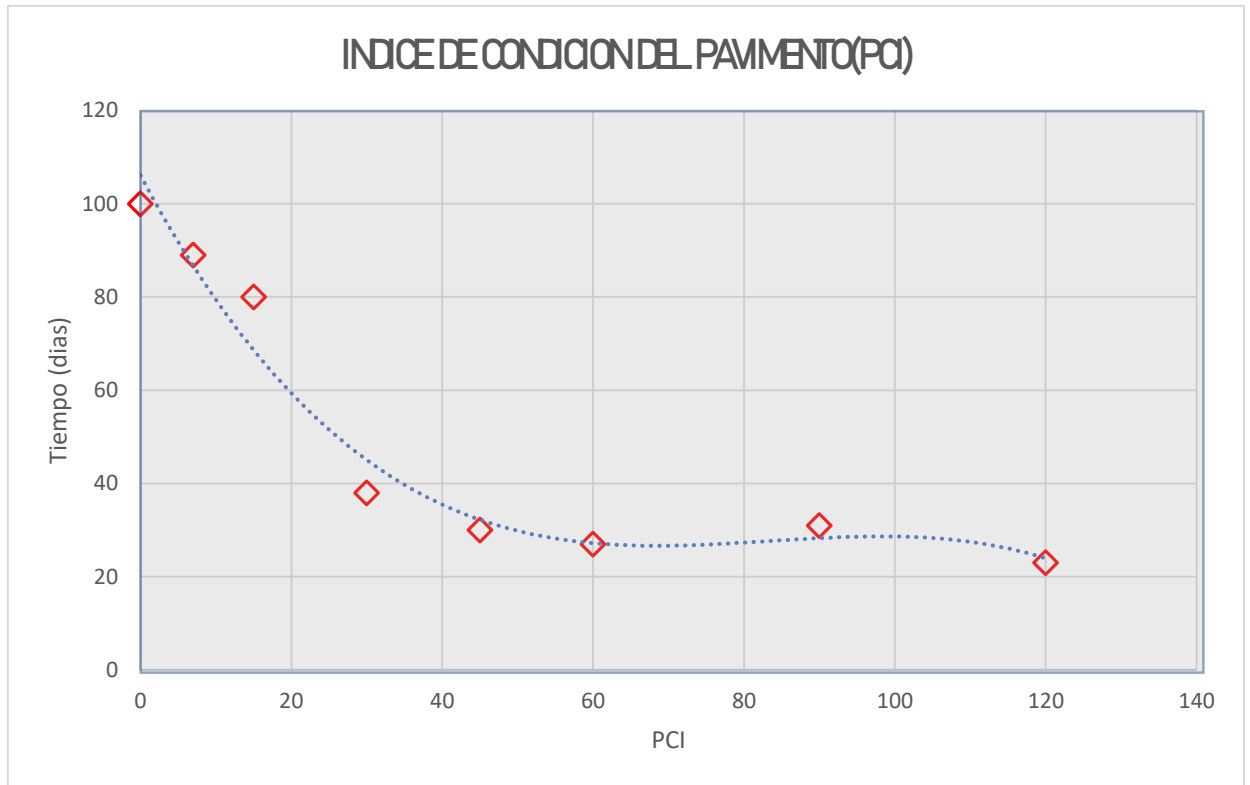


Ilustración 26 Línea de tendencia - Resultados PCI Paño 2 con 5% de Polietileno Reciclado

Fuente: Elaboración propia

T(tiempo)	D acumulado	PCI
0	0	100
7	9	91
15	14	86
30	51	49
45	65	35
60	66	34
90	65	35
120	68	32

Tabla 23 Resultados del análisis de índice de condición de pavimento - Paño 3
con 10% de Polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

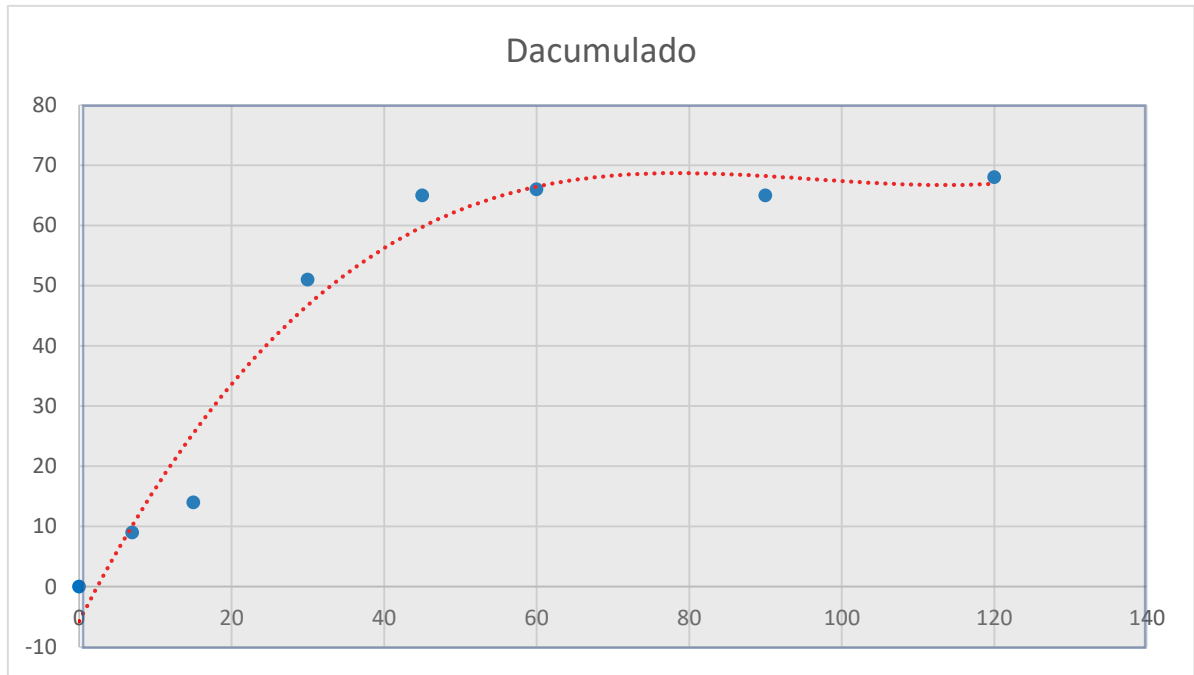


Ilustración 27 Línea de tendencia - Resultados D acumulado Paño 3 con 10% de Polietileno Reciclado

Fuente: Elaboración propia

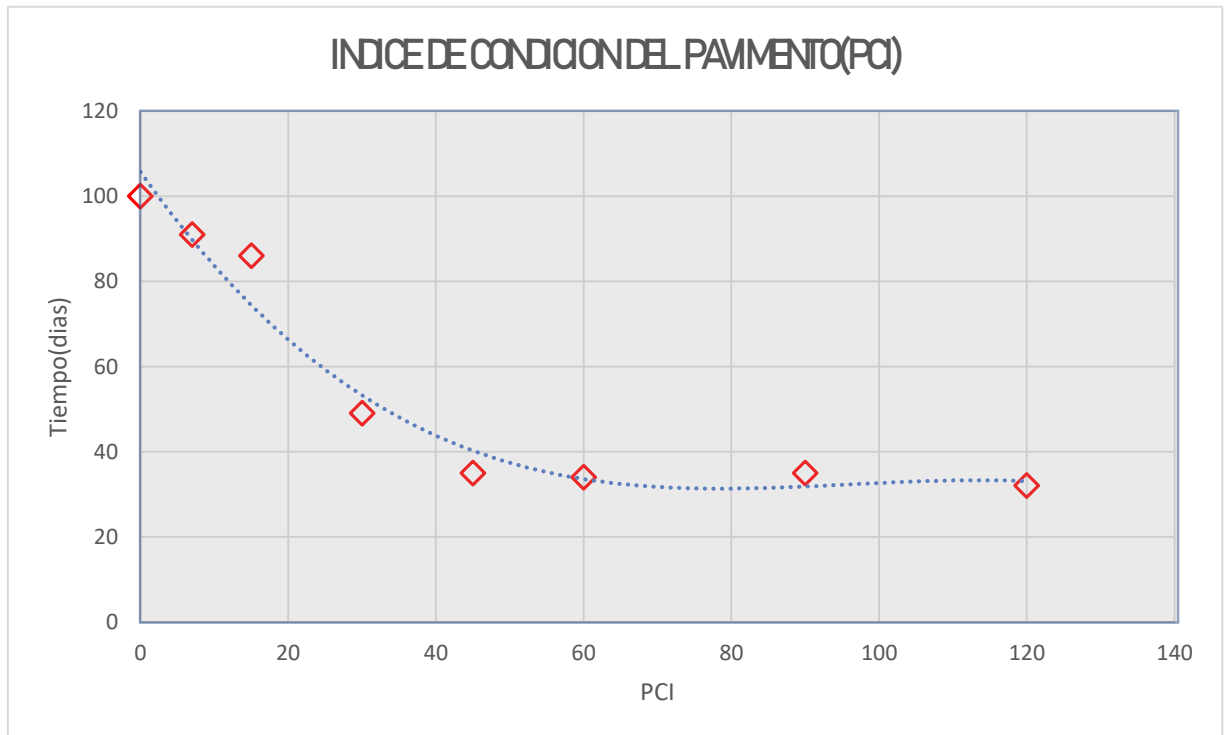


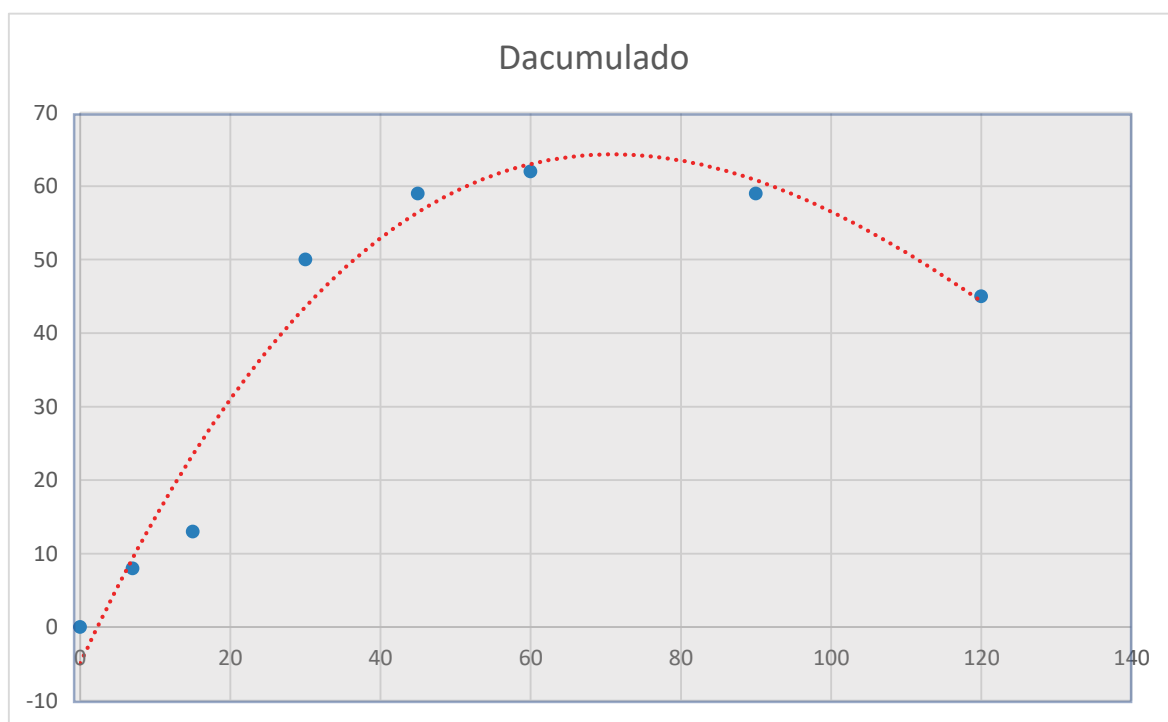
Ilustración 28 Línea de tendencia - Resultados PCI Paño 3 con 10% de Polietileno Reciclado

Fuente: Elaboración propia

T(tiempo)	D acumulado	PCI
0	0	100
7	8	92
15	13	87
30	50	50
45	59	41
60	62	38
90	59	41
120	45	55

*Tabla 24 Resultados del análisis de índice de condición de pavimento - Paño 4
con 15% de Polietileno reciclado*

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 29 Línea de tendencia - Resultados D acumulado Paño 4
con 15% de Polietileno Reciclado*

Fuente: Elaboración propia

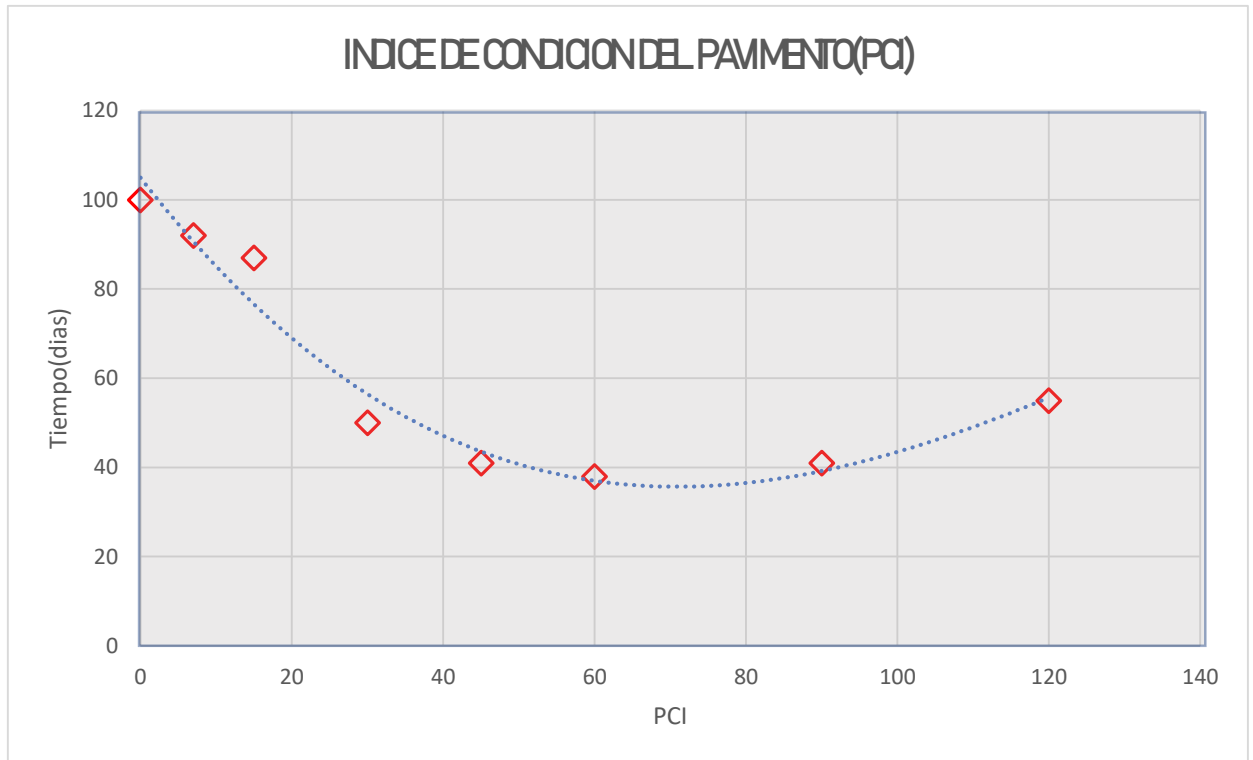


Ilustración 30 Línea de tendencia - Resultados PCI Paño 4 con 15% de Polietileno Reciclado

Fuente: Elaboración propia

T(tiempo)	D acumulado	PCI
0	0	100
7	8	92
15	12	88
30	44	56
45	40	60
60	51	49
90	48	52
120	36	64

Tabla 25 Resultados del análisis de índice de condición de pavimento - Paño 5 con 25% de Polietileno reciclado

Fuente: Elaboración propia

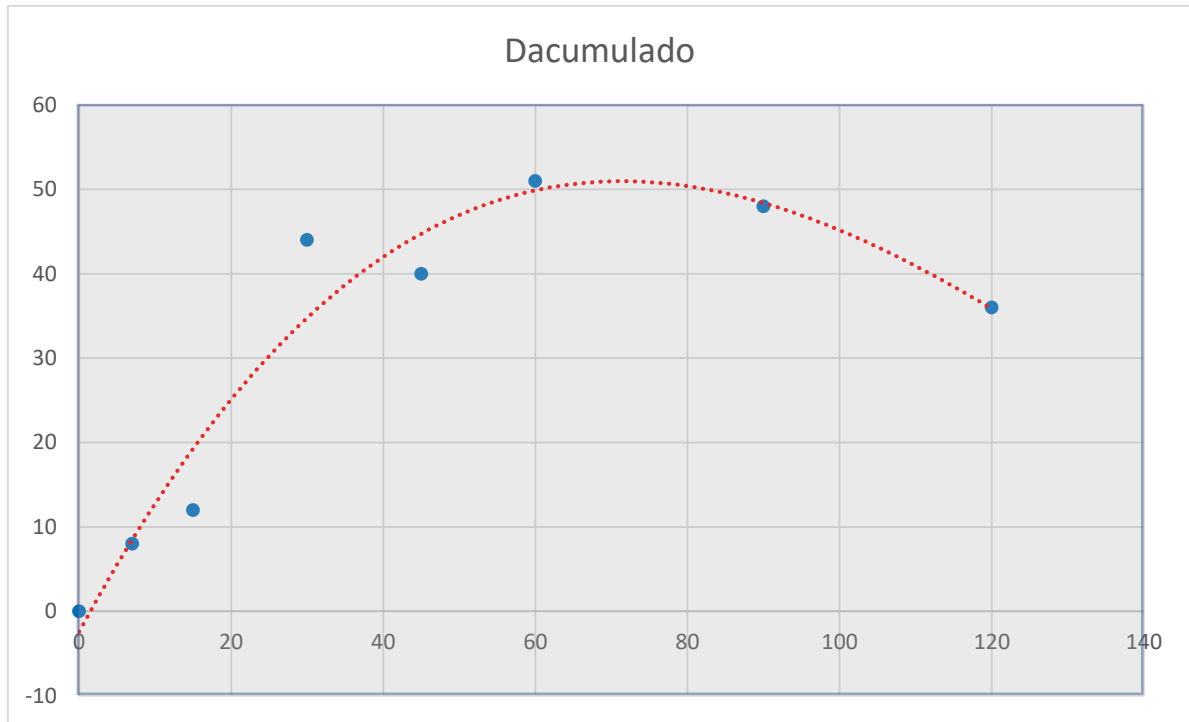


Ilustración 31 Línea de tendencia - Resultados Dacumulado Paño 5

con 25% de Polietileno Reciclado

Fuente: Elaboración propia

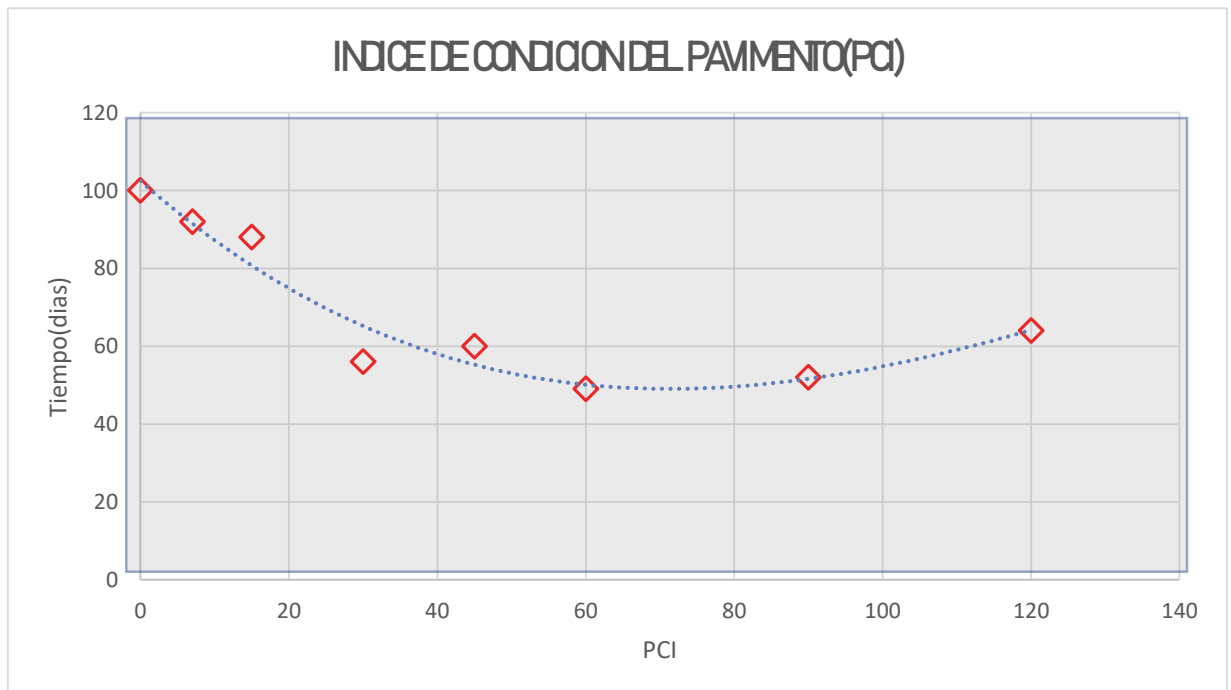


Ilustración 32 Línea de tendencia - Resultados PCI Paño 5 con 25% de Polietileno Reciclado

Fuente: Elaboración propia

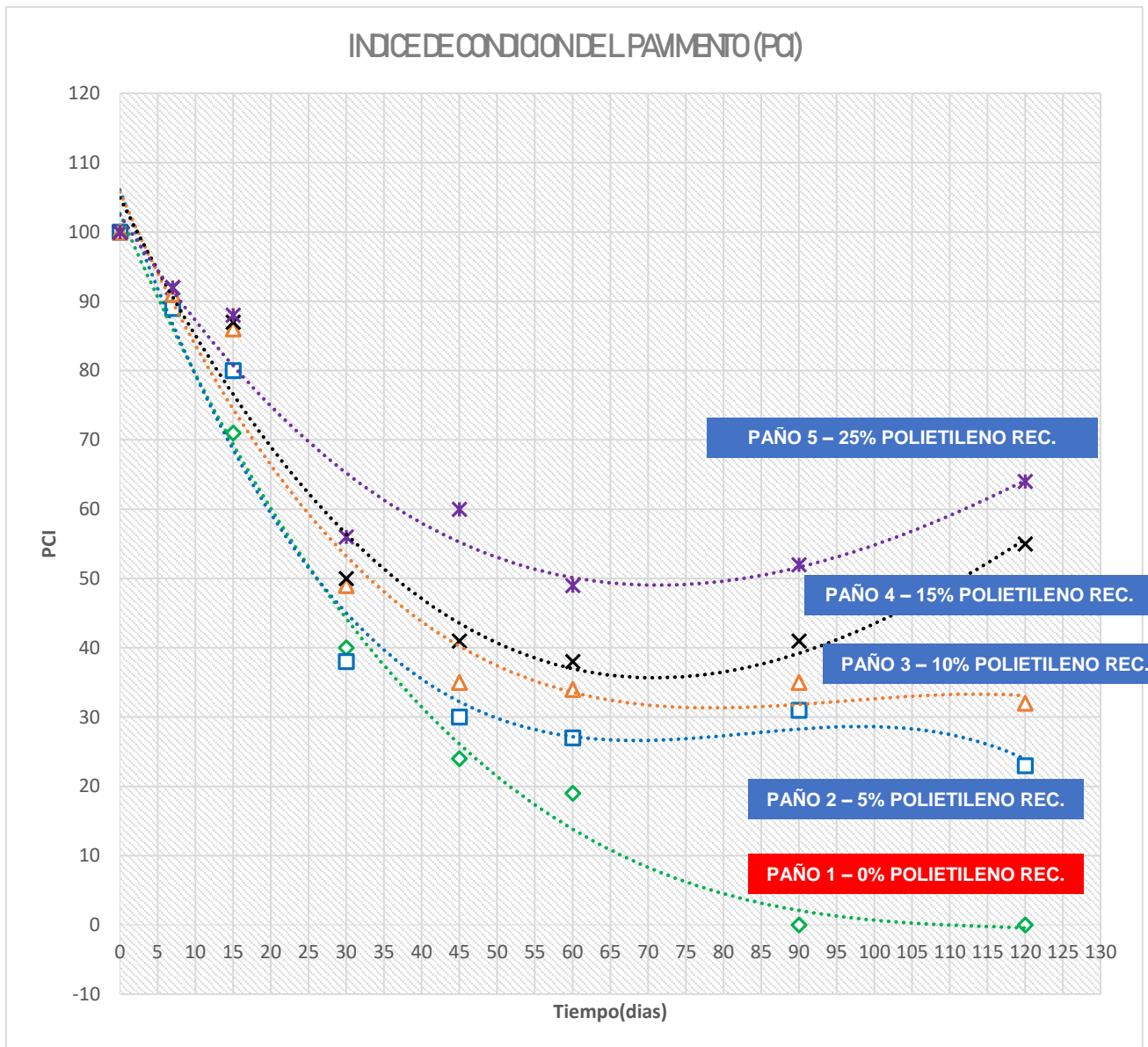


Ilustración 33 Índice de condición del pavimento (PCI) - Líneas de tendencia 0% 5% 10% 15% 25% de Polietileno Reciclado

Fuente: Elaboración propia

La ilustración N° 32 muestra dentro de los 5 porcentajes de adición de polietileno de alta densidad reciclado que el de 25% muestra mejores condiciones en el pavimento sometido al clima de Pachachaca, Yauli, La Oroya. Demostrando que a mayor adición de polietileno de alta densidad reciclado mejor condición presenta.

4.4 Trabajabilidad Del Concreto – Asentamiento Del Concreto (SLUMP)

La prueba de establecimiento del material concreto se realizó mediante el uso del Cono de Abrahams, para esto se tuvo en cuenta los cinco tipos de adición de porcentaje de polietileno de alta densidad reciclado.

PAÑO	SLUMP
PAÑO 1	3"
PAÑO 2	3.2"
PAÑO 3	3.5"
PAÑO 4	3.5"
PAÑO 5	4.1"

Ilustración 34 Slump por Paños

Fuente: Elaboración propia

El diseño patrón el cual tiene 0% de polietileno de alta densidad reciclado dentro de su diseño y/o dosificación presenta un asentamiento de 3" el cual se encuentra dentro de los límites establecidos en lo presentado en el "Tópico de Tecnología del Concreto en Perú", acorde a esto se expresa que ante un tipo de filler o aditivo dentro de la mezcla slump puede aumentar hasta 1", considerando estos parámetros los resultados se encuentran dentro de los límites.

Tipo podo Estructuras	Slump máximo	Slump mínimo
Zapatas y muros de cimentación con refuerzo	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Ilustración 35 Asentamientos Recomendados para distintos tipos de Obras

Fuente: Tópico de Tecnología del Concreto en Perú

4.5 Análisis Estadístico

Valor porcentual de polietileno de elevada densidad reciclado y resistencia a la compresión

Resumen de procesamiento de casos							
Resistencia a la Compresión a 28 días de curado	Porcentaje de Polietileno Reciclado De Alta Densidad	Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
	0% de Polietileno Reciclado de alta Densidad	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	5% de Polietileno Reciclado de alta Densidad	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	10% de Polietileno Reciclado de alta Densidad	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	15% de Polietileno Reciclado de alta Densidad	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	25% de Polietileno Reciclado de alta Densidad	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

Tabla 26 Resumen de Procesamiento de casos - resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

De la tabla N° 26 se detalla el conteo total de 50 datos, 10 de cada porcentaje de polietileno de alta densidad reciclado, muestra un conteo limpio sin ninguna pérdida de datos, lo cual sirve para confirmar que los análisis siguientes comprenderán en su totalidad los 50 resultados de resistencia a la compresión.

Descriptivos

Porcentaje de Polietileno Reciclado De Alta Densidad		Estadístico	Desv. Error	
Resistencia a la Compresión a 28 días de curado	Media	212,00	1,183	
	95% de intervalo de confianza para	Límite inferior	209,32	
		Límite superior	214,68	
	Media recortada al 5%	212,00		
	Mediana	212,00		
	Varianza	14,000		
	Desv. Desviación	3,742		
	Mínimo	207		
	Máximo	217		
	Rango	10		
	Rango intercuartil	8		
	Asimetría	,064	,687	
	Curtosis	-1,553	1,334	
	0% de Polietileno Reciclado de alta Densidad		Media	222,70
95% de intervalo de confianza para	Límite inferior	220,59		
	Límite superior	224,81		
Media recortada al 5%	222,72			
Mediana	223,00			
Varianza	8,678			
Desv. Desviación	2,946			
Mínimo	218			
Máximo	227			
Rango	9			
Rango intercuartil	5			
Asimetría	-,089	,687		
Curtosis	-1,160	1,334		
5% de Polietileno Reciclado de alta Densidad		Media	260,00	,558
95% de intervalo de confianza para	Límite inferior	258,74		
	Límite superior	261,26		
Media recortada al 5%	259,94			
Mediana	260,00			
Varianza	3,111			
Desv. Desviación	1,764			
10% de Polietileno Reciclado de alta Densidad				

	Mínimo		258	
	Máximo		263	
	Rango		5	
	Rango intercuartil		3	
	Asimetría		,304	,687
	Curtosis		-1,002	1,334
	Media		293,10	,706
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	291,50	
		Límite superior	294,70	
	Media recortada al 5%		293,06	
15% de Poliétileno Reciclado de alta Densidad	Mediana		292,50	
	Varianza		4,989	
	Desv. Desviación		2,234	
	Mínimo		290	
	Máximo		297	
	Rango		7	
	Rango intercuartil		4	
	Asimetría		,592	,687
	Curtosis		-,557	1,334
	Media		336,70	,989
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	334,46	
		Límite superior	338,94	
	Media recortada al 5%		336,78	
25% de Poliétileno Reciclado de alta Densidad	Mediana		337,50	
	Varianza		9,789	
	Desv. Desviación		3,129	
	Mínimo		332	
	Máximo		340	
	Rango		8	
	Rango intercuartil		7	
	Asimetría		-,524	,687
	Curtosis		-1,171	1,334

Tabla 27 Análisis Descriptivo - Resistencia a la Compresión

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

Luego de haber analizado los datos, se ejecuta la prueba de normalidad, para esto ya que se tiene un máximo de 10 muestras por cada porcentaje, el análisis se apegará a la metodología de Shapiro-Wilk por tener muestras menores a 50, este nos brinda un coeficiente de correlación el cual podrá definir el método de análisis de correlación (Pearson).

Pruebas de normalidad								
	Porcentaje de Polietileno Reciclado De Alta Densidad	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Resistencia a la Compresión a 28 días de curado	0% de Polietileno Reciclado de alta Densidad	,157	10	,200*	,921	10	,361	
	5% de Polietileno Reciclado de alta Densidad	,171	10	,200*	,960	10	,783	
	10% de Polietileno Reciclado de alta Densidad	,172	10	,200*	,919	10	,350	
	15% de Polietileno Reciclado de alta Densidad	,218	10	,196	,931	10	,462	
	25% de Polietileno Reciclado de alta Densidad	,161	10	,200*	,878	10	,123	
	*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
	a. Corrección de significación de Lilliefors							

Tabla 28 Prueba de normalidad - resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

El análisis correlacional de realizará por el método de Pearson por obtener los coeficientes mayores al factor de 0.05.

De igual forma las gráficas nos muestran una simetría en sus valores evitando sesgos.

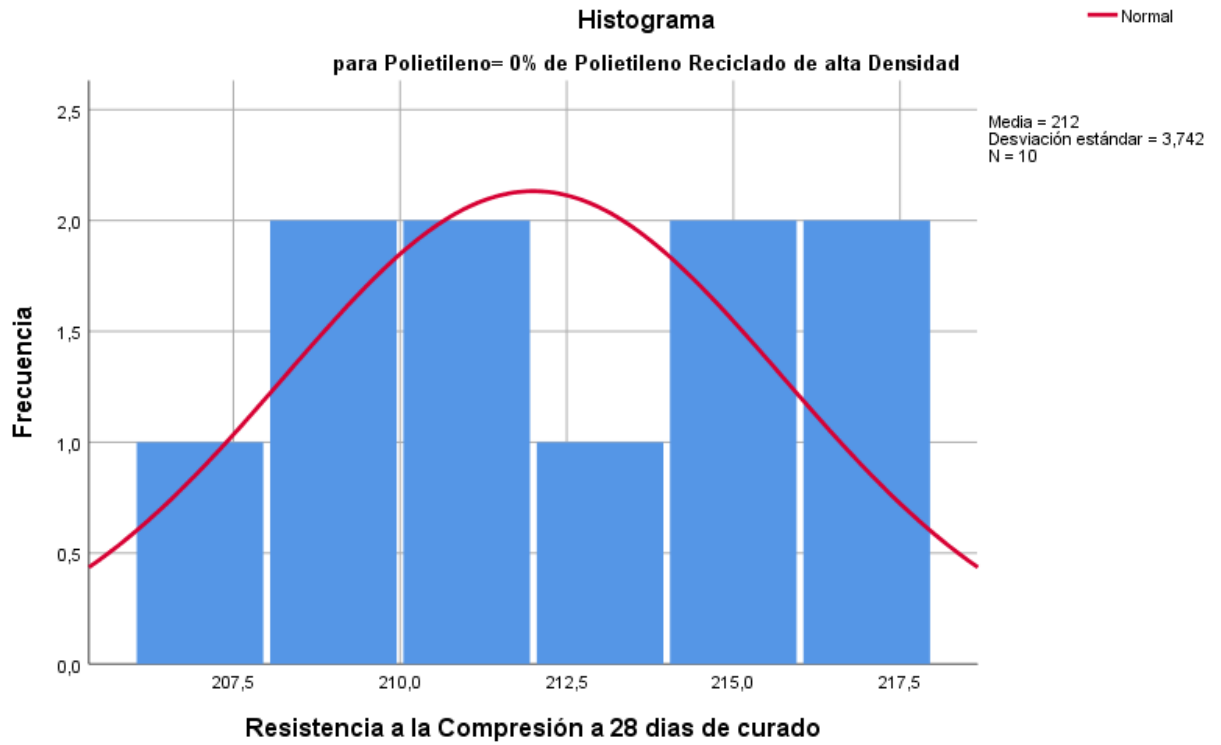


Ilustración 36 Histograma - Resistencia a la Compresión 0% de Polietileno Reciclado de Alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

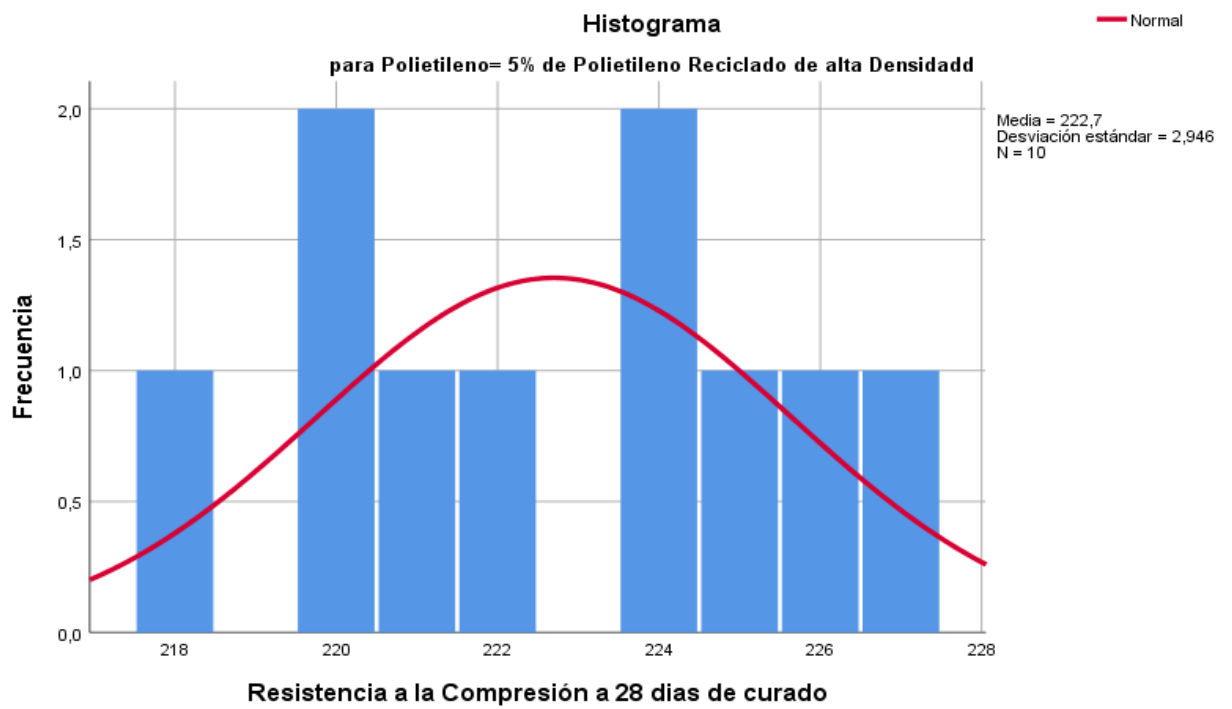


Ilustración 37 Histograma - Resistencia a la Compresión 5% de Polietileno Reciclado de Alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

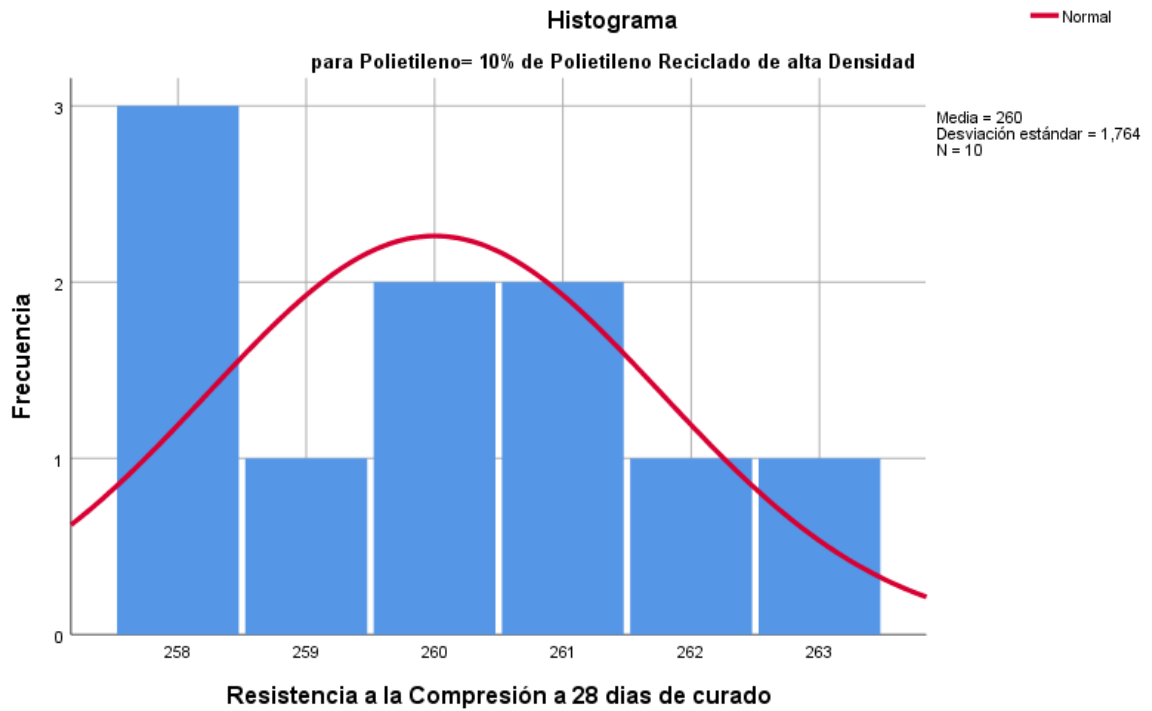


Ilustración 38 Histograma - Resistencia a la Compresión 10% de Polietileno Reciclado de Alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

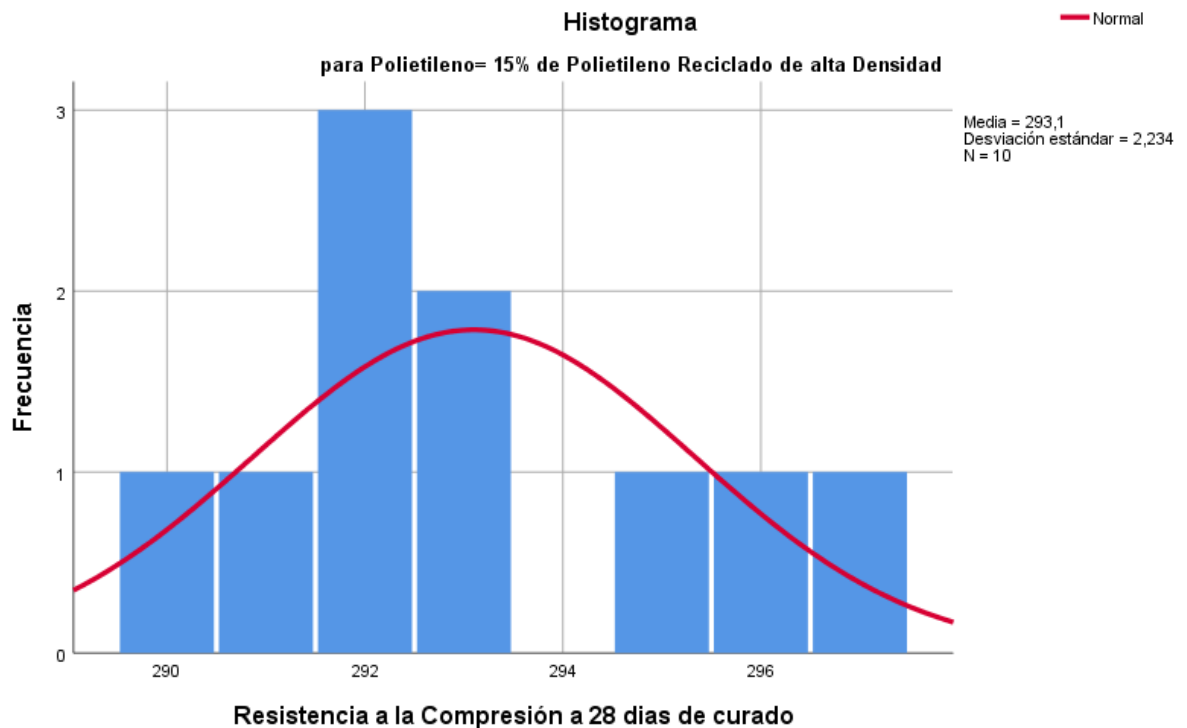


Ilustración 39 Histograma - Resistencia a la Compresión 15% de Polietileno Reciclado de Alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

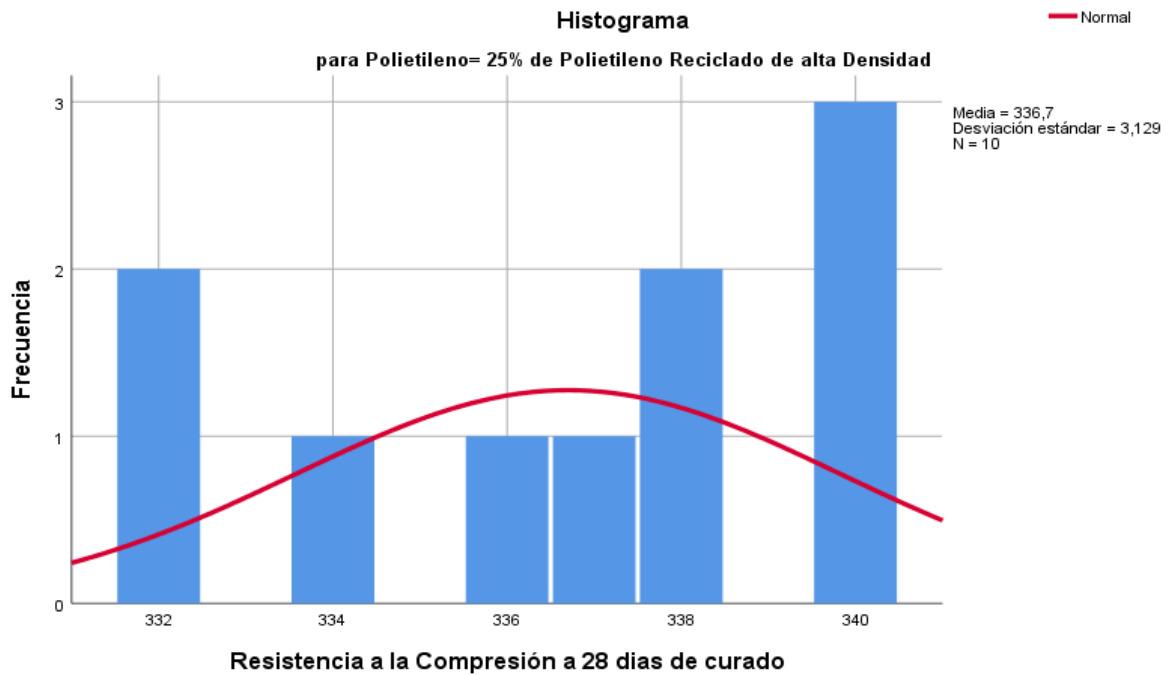


Ilustración 40 Histograma - Resistencia a la Compresión 25% de Polietileno Reciclado de Alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

La ilustración N° 40 detalla el diagrama de bigotes que representa en su totalidad la distribución de información o datos procesados, las cuales están agrupados y no se aprecia ningún dato disperso.

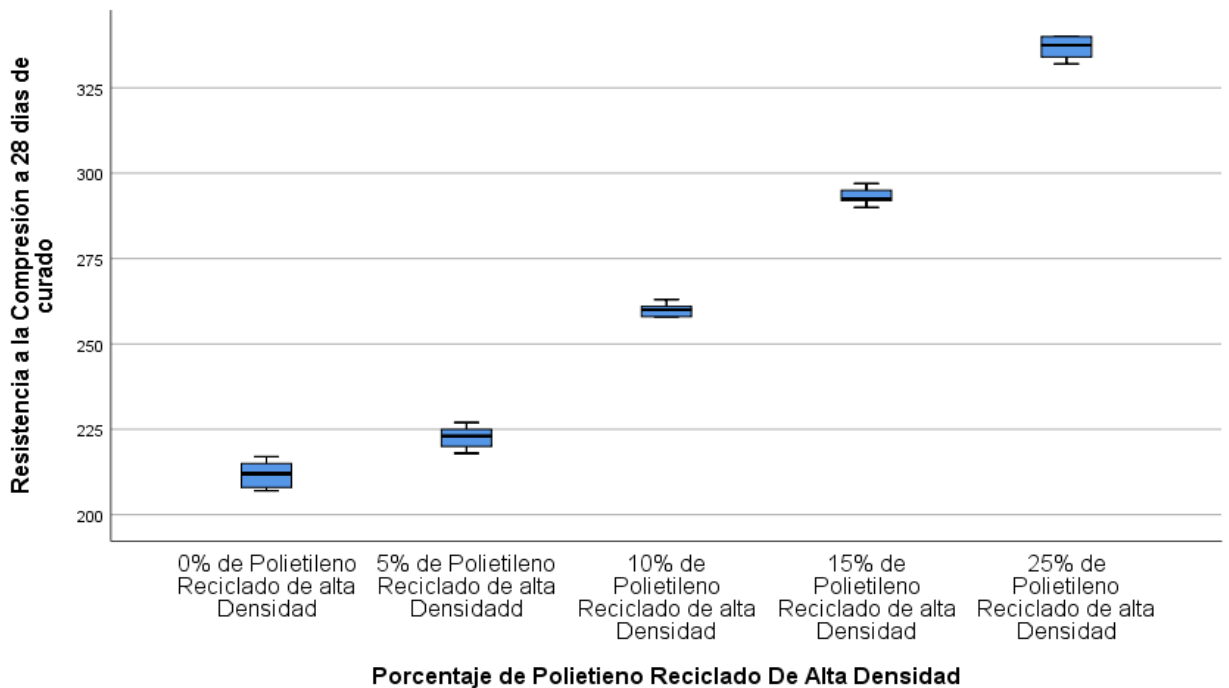


Ilustración 41 Diagrama de bigotes - Resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

**Gráfico Q-Q normal de Resistencia a la Compresión a 28 días de curado
para Polietileno= 0% de Polietileno Reciclado de alta Densidad**

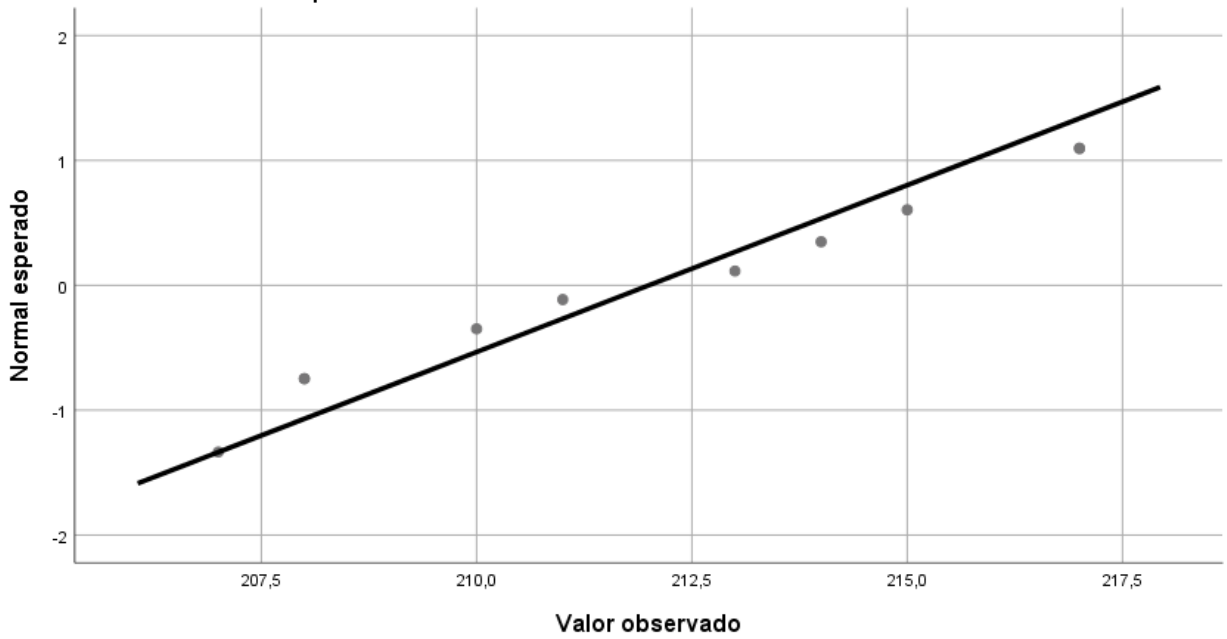


Ilustración 42 Grafico Q-Q Normal 0% de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

**Gráfico Q-Q normal de Resistencia a la Compresión a 28 días de curado
para Polietileno= 5% de Polietileno Reciclado de alta Densidad**

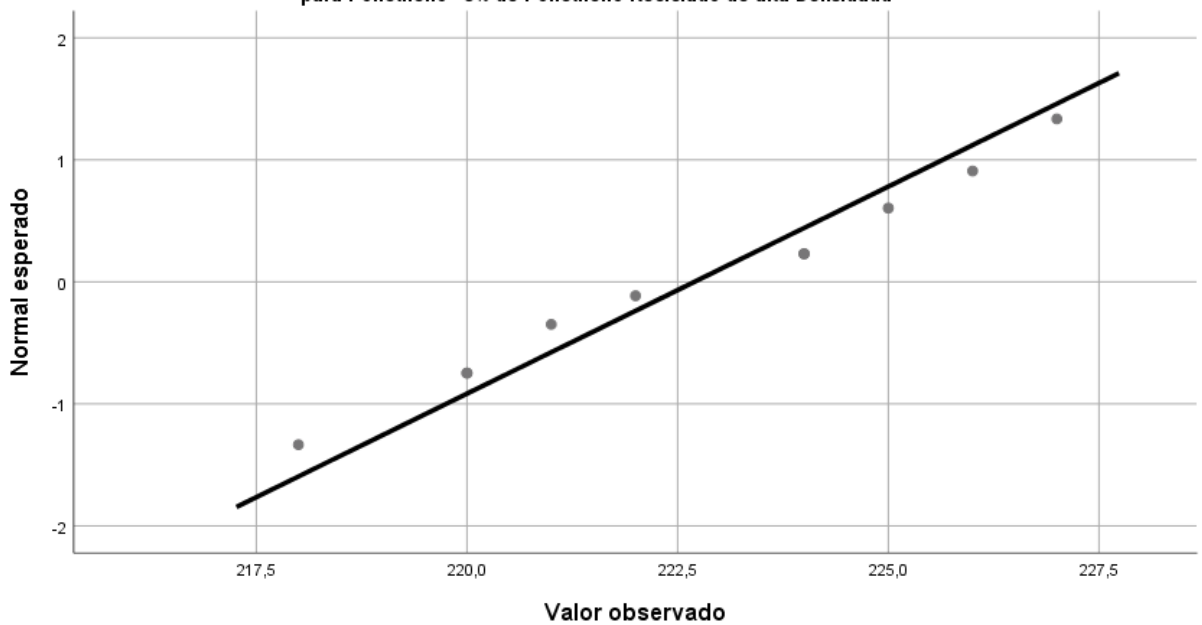


Ilustración 43 Grafico Q-Q Normal 5% de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

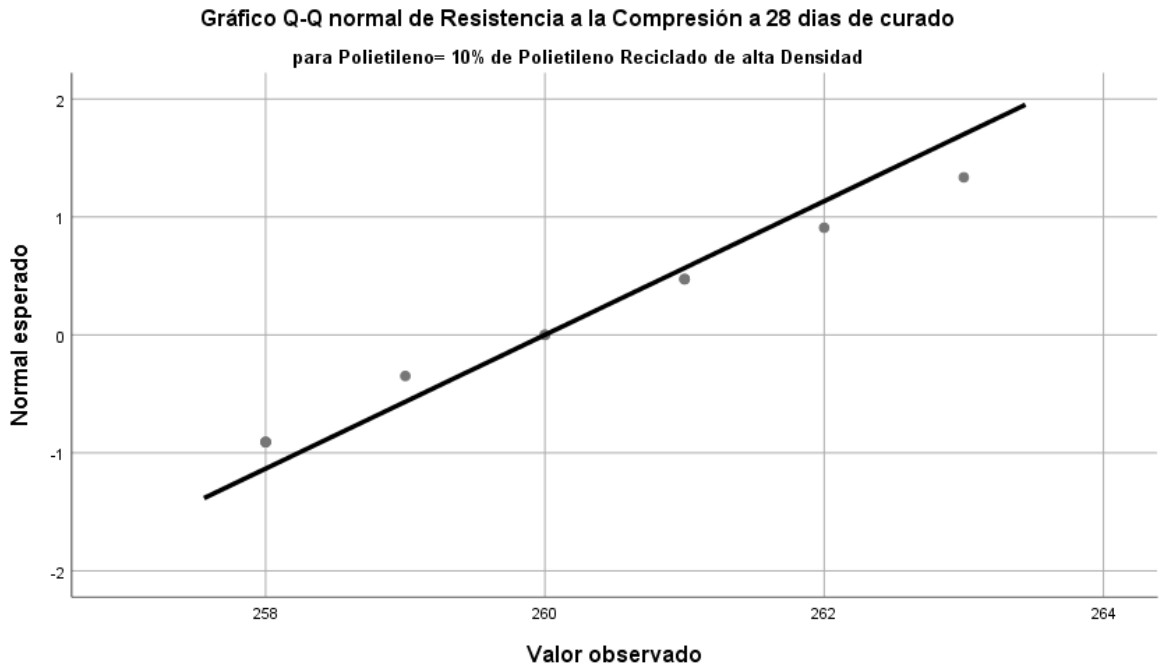


Ilustración 44 Grafico Q-Q Normal 10% de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

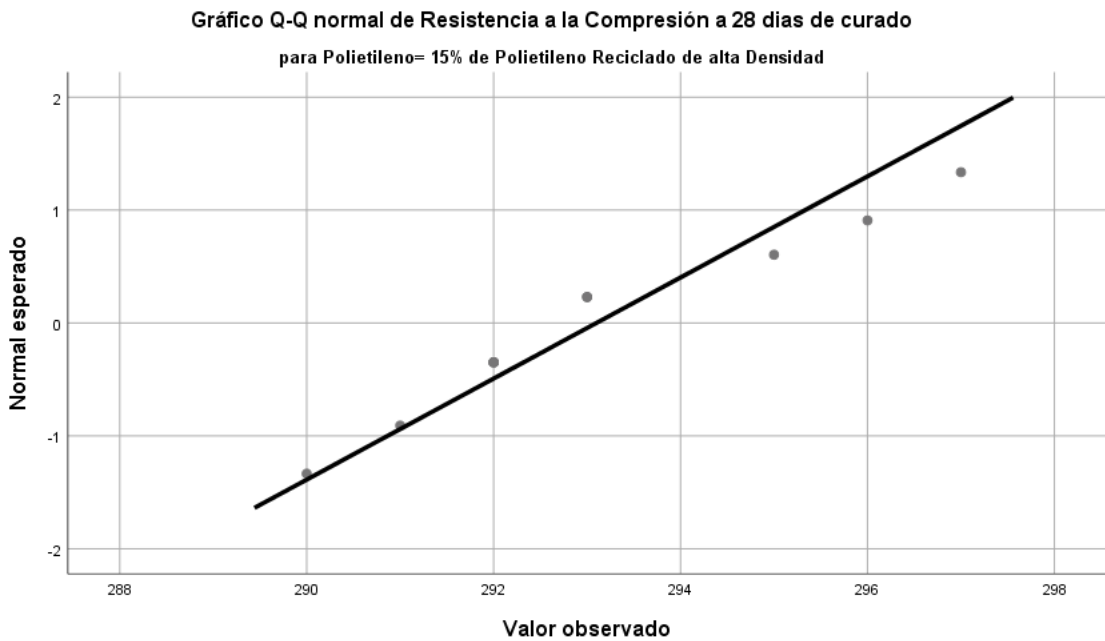


Ilustración 45 Grafico Q-Q Normal 15% de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

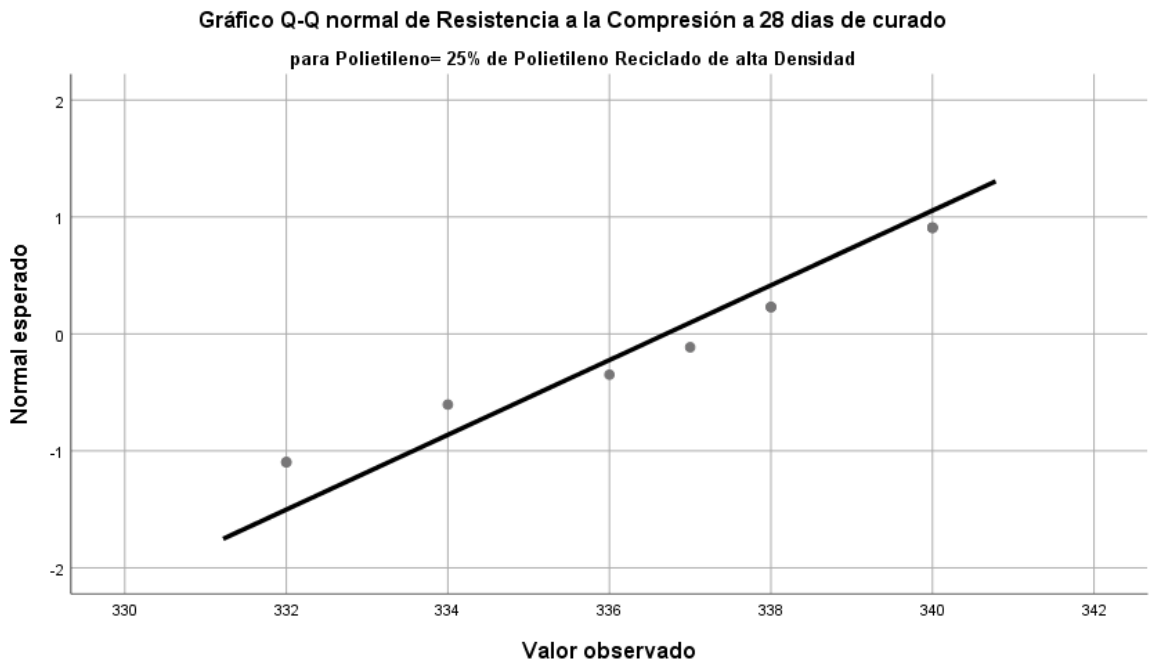


Ilustración 46 Grafico Q-Q Normal 15% de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

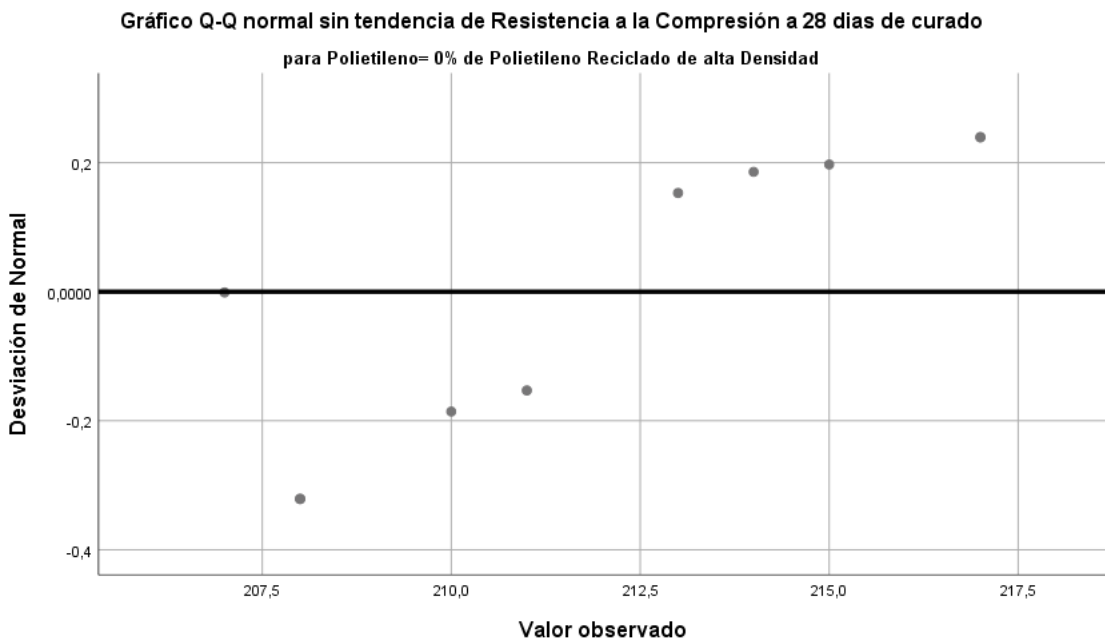


Ilustración 47 Grafico Q-Q Normales sin tendencia 0% de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

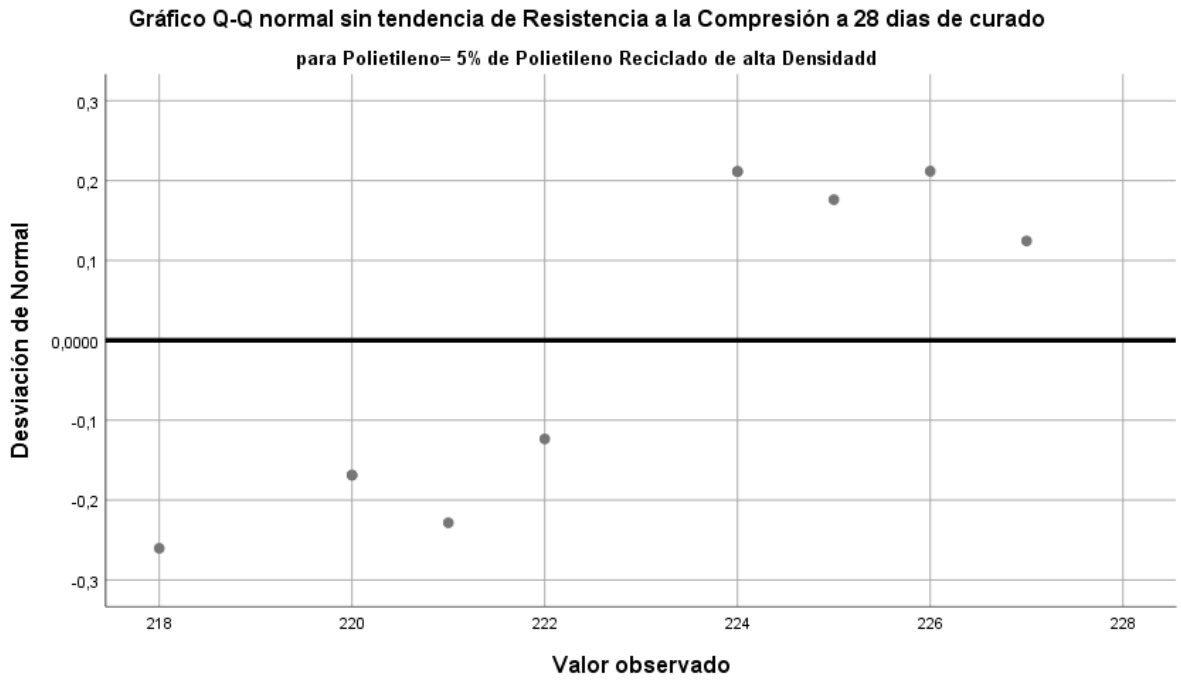


Ilustración 48 Grafico Q-Q Normales sin tendencia 5% de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

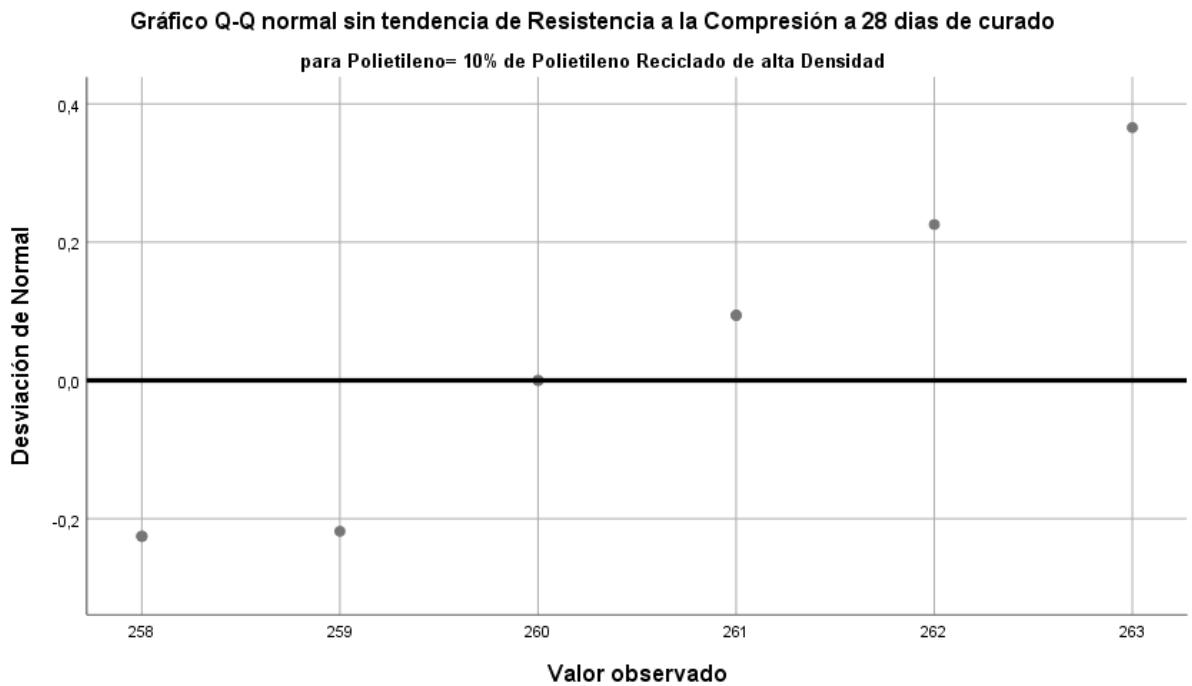


Ilustración 49 Grafico Q-Q Normales sin tendencia 10% de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

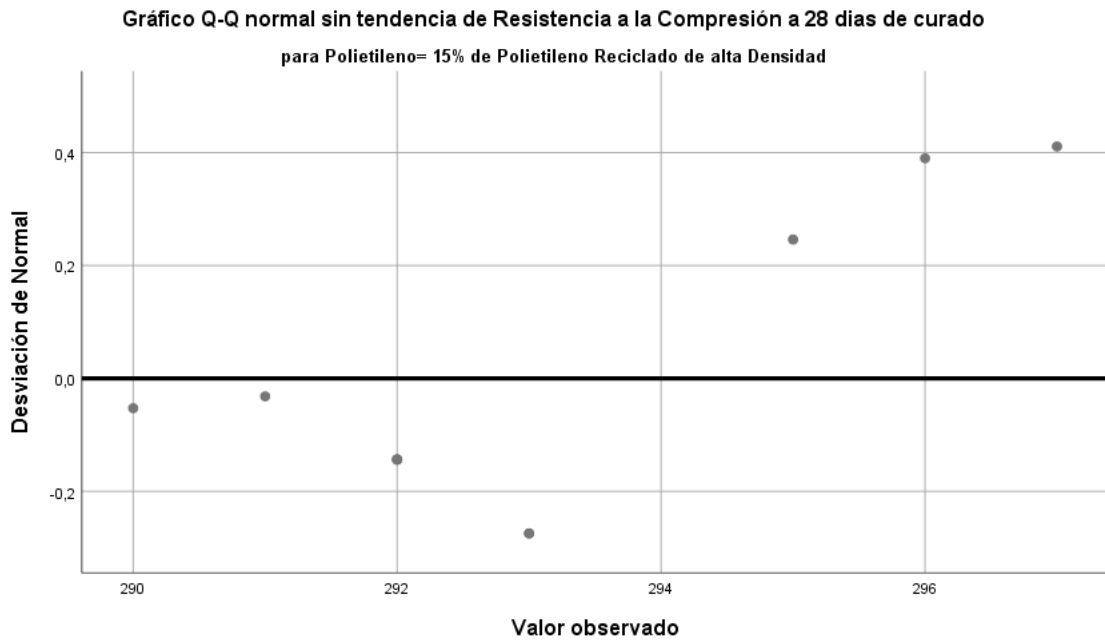


Ilustración 50 Normales sin tendencia 15% de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

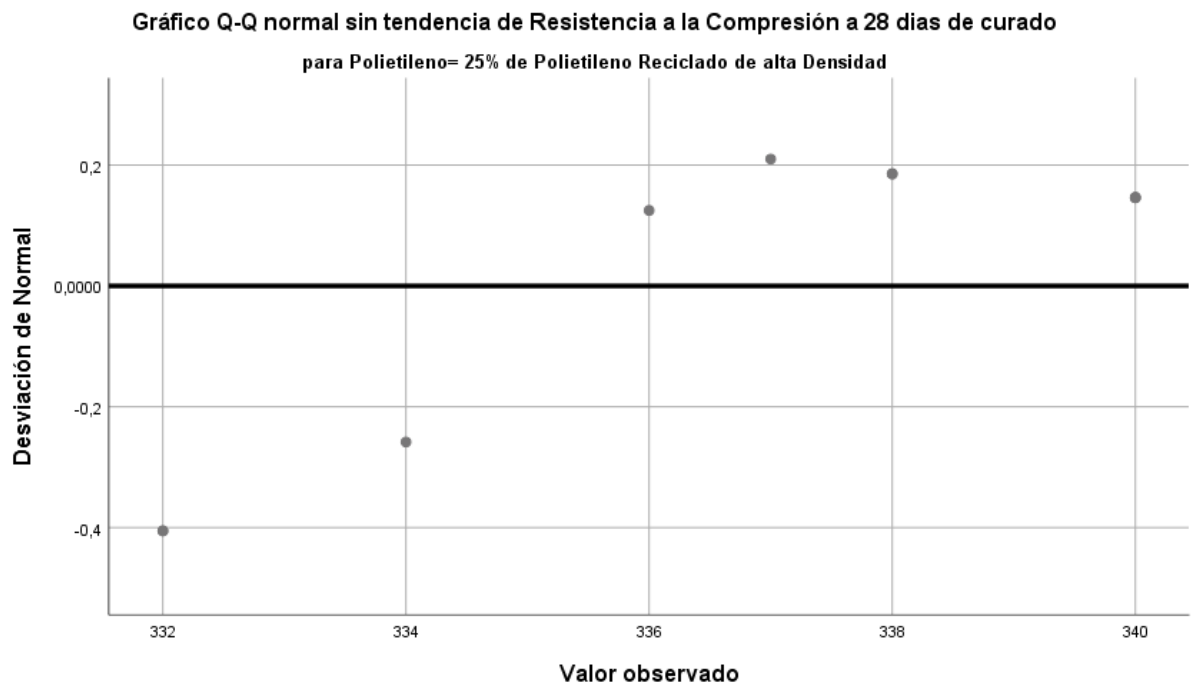


Ilustración 51 Normales sin tendencia 25% de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

Realizado estos análisis se plantea el análisis de correlación con la prueba de correlación bi variado acorde al coeficiente de correlación r de Pearson planteando las posteriores hipótesis

- *Ho: $\rho = 0$ (No existe correlación entre la resistencia a la compresión y El porcentaje de Polietileno reciclado de alta densidad)*
- *Hi: $\rho \neq 0$ (Existe correlación entre la resistencia a la compresión y El porcentaje de Polietileno reciclado de alta densidad)*

Correlaciones			
		Porcentaje de Polietileno Reciclado De Alta Densidad	Resistencia a la Compresión a 28 días de curado
Porcentaje de Polietileno Reciclado De Alta Densidad	Correlación de Pearson	1	,983**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	50	50
Resistencia a la Compresión a 28 días de curado	Correlación de Pearson	,983**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	50	50

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 29 Correlación bi variado - Resistencia a la compresión/ Porcentaje de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

A través del estadístico r de Pearson se hace un análisis de correlación bi variada entre las variables de porcentaje de polietileno reciclado de alta densidad y la variable resistencia a la compresión, donde se halla un coeficiente de correlación de 0.983 que indica correlación positiva perfecta la misma que nos demuestra que estas variables son influyentes entre sí.

PORCENTAJE DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RECICLADO E ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

Al ser una inspección visual se hizo un análisis con el promedio del valor de PCI para cada Paño los cuales varían en su diseño acorde a los porcentajes de polietileno reciclado de alta densidad.

- *Ho: $\rho = 0$ (No existe correlación entre el índice de condición de pavimento (PCI) y El porcentaje de Polietileno reciclado de alta densidad)*
- *Hi: $\rho \neq 0$ (Existe correlación entre el índice de condición de pavimento (PCI) y El porcentaje de Polietileno reciclado de alta densidad)*

Correlaciones			
		Porcentaje de Polietileno Reciclado De Alta Densidad	Índice de Condición de Pavimento
Porcentaje de Polietileno Reciclado De Alta Densidad	Correlación de Pearson	1	,995**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	5	5
Índice de Condición de Pavimento	Correlación de Pearson	,995**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	5	5

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 30 Correlación bi variado - Resistencia a la Compresión/Porcentaje de Polietileno reciclado de alta densidad

Fuente: Elaboración propia (SPSS)

A través de un análisis bi variado entre las variables de estudio, siendo el porcentaje de polietileno reciclado de alta densidad y el índice de condición de pavimento se halló un coeficiente de correlación de 0.995 que indica que hay una correlación positiva perfecta con la cual se demuestra que estas variables son influyentes entre sí.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Resistencia a la compresión sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.

La hipótesis general de investigación respecto a los ciclos de congelamiento y deshielo fue aceptada; puesto que se suscitó un leve aumento a los 28 días en base al diseño ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$). Los diversos ensayos de compresión ejecutados originaron los subsiguientes valores en diferentes días: a los 7 días la media de resistencia de la muestra fue de 134 Kg/cm^2 , para los 14 días la media se ubicó en 191 Kg/cm^2 y a los 28 días la media fue de 212 Kg/cm^2 sin necesidad de agregar el polietileno de elevada o alta densidad.

Para el periodo de 7 días se evidencio un aumento moderado de la resistencia de la muestra (con polietileno de alta densidad) respecto al grupo de control (sin polietileno de alta densidad) en 2.714% consiguiendo los valores de 134 kg/cm^2 sobre el grupo control y 220 Kg/cm^2 respecto al grupo con el que se experimentó; respecto al coeficiente de variación se evidencia que frente a los modelos que no contiene material de polietileno de elevad densidad resulta un coeficiente de variación de 1.488, y para los modelos con polietileno de alta densidad presentan un coeficiente de variación de 7.644 esto implica que la disociación de los niveles de resistencia conseguida por medio de polietileno de alta densidad fue superior frente a las que no contenían polietileno de alta densidad.

Respecto al periodo de 14 días, hay evidencias de aumento significativo de la resistencia media de la muestra experimental (considerando polietileno de alta densidad) respecto al grupo de control (sin polietileno de alta densidad) con un acrecentamiento del 3.995% originando valores de 191 kg/cm^2 sobre la muestra control y 303 Kg/cm^2

para la muestra experimental del estudio, respecto al valor del coeficiente de variación se constata que en base a los modelos que contienen polietileno de baja densidad se consigue un coeficiente de variación del 1.098, y respecto a los modelos que contienen polietileno de alta densidad un coeficiente de variación de 0.379 esto infiere que la disgregación de los niveles de resistencia conseguida mediante polietileno de alta densidad resulto menor en comparación a los que no contenían polietileno de elevada densidad.

Mientras que al periodo de 28 días se encontró acrecentamiento significativo de firmeza media de la muestra investigada (con polietileno de alta densidad) respecto al grupo control (sin polietileno de alta densidad) con valor de 6.328 % consiguiendo valores como 212 kg/cm² para muestra control y 337 Kg/cm² para la muestra experimental, respecto al coeficiente de variación se evidencia que para los modelos que no contiene polietileno de alta densidad resulta un valor de 1.272 de coeficiente de variación, mientras que para los especímenes que contienen polietileno de alta densidad un coeficiente de variación de 1.794; ello implica que hay mayor dispersión de datos e información en los modelos que presentan polietileno de alta o elevada densidad.

Exudación (fisuramiento del concreto)

Respecto a la segunda hipótesis específica; se asevera al hallar los resultados del modelo de ensayo de exudación. Donde se reconoció que cuando se recicla material polietileno de densidad alta resulta un aumento desmedido de la magnitud de exudación del grupo experimental (con polietileno reciclado de alta densidad), presentando un volumen de exudación total en base a la muestra control 34.50 mL y en respecto a la muestra experimental 41.58 mL. Cabe aseverar que ante un acrecentamiento de la

magnitud (volumen) de exudación de la muestra experimental resulto en 21% en referencia a la muestra control con relación al periodo de exudación.

La exudación acrecentada del material concreto origina un resultado desfavorable en la práctica ante la intemperie por causa de que el agua que segrega se va acumulando en la base del concreto causando un vínculo más reducido de agua cemento en el área provocando se esta manera baja resistencia, hendiduras e incluso grietas en condiciones de ámbitos o áreas con un sector importante como son las losas (pavimento rígido). Pese a ello, es beneficioso al emplear componentes que no requieran de amplias áreas como por ejemplo vigas y columnas que más que nada cumplen la función de soporte y seguridad de las infraestructuras.

En situaciones de adaptación en condiciones frías la exudación es cuando resulta beneficioso, puesto que el agua no exuda en contraste al modelo o es expuesto a la intemperie donde por lo contario se conserva y ello permite que el concreto no desperdicie el agua en la fase de mezclado, conservando de esta manera la resistencia requerida en respuesta a que el agua comienza un proceso de cristalización y no exuda de forma excesiva; es este el momento cuando el PEAD integra los espacios por supresión; evitando así la presencia de fisuras, huecos o distintas aberturas en la base.

Trabajabilidad

Por último, la hipótesis que abarca a la forma de trabajabilidad fue aseverada. El valor del nivel de influencia del polietileno reciclado de alta densidad dio resultado positivo acaeciando incrementos de un 7.222% frente al dinamismo de la muestra experimental (con polietileno de elevada densidad) respecto al grupo control (sin polietileno de alta densidad), ello es contrastado en la figura 34 de comparación

estadística de asentamiento (SLUMP), consiguiendo un slump en beneficio de la muestra control (sin polietileno de alta densidad) de 3.00 pulgadas , a fin de que la muestra experimental (considerando polietileno de alta densidad) el Slump resulte en 4.10 pulgadas. La trabajabilidad que se conseguí mediante el remplazo del 25% del PEAD al agregado fino resulta beneficioso a fin de emplearlo en todo tipo o modelo de estructuras que se ubiquen en lugares frías, dado que el progreso de esta condición facilitara que el concreto se ubique y consolide ; impidiendo que se presenten hoyos y futuras rajaduras y grietas, que podrían suscitarse a causa del factor climático, puesto que el polietileno de alta densidad actúa de forma favorable reduciéndose a ambientes fríos y causando así vacíos o espacios donde el agua pueda ocupar cada vez que se suscite o encuentre en dicha condición climática.

CONCLUSIONES

- Se concluye que el polietileno de alta densidad reciclado influye directa y significativamente en las características o propiedades del concreto en pavimentos sometidos a ciclos de congelamiento y descongelamiento, modificando 3 de las propiedades principales que caracterizan básicamente al concreto; como son la renuencia a la compresión, el índice de pavimento que mejore el aspecto analítico visual y la trabajabilidad.
- Se concluye que el polietileno reciclado de alta densidad influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo; resultando así dentro del estudio un porcentaje de 25% de polietileno reciclado de alta densidad que la resistencia incremento en un 58.9%; mientras que el aumento de nivel más bajo fue a un 5% de polietileno reciclado de alta densidad con un porcentaje de 5.19%, mejorando considerablemente la resistencia o soporte a la compresión del concreto que se exponga a climas de hielo y deshielo el cual es representativo de la zona en que se desarrolló el tema de investigación (Pachachaca, Yauli, La oroya).
- Se concluye que la influencia del material de polietileno reciclado de alta densidad es muy significativa

% DE POL. REC.	PCI				
	0%	5%	10%	15%	25%
T(tiempo)	PAÑO 1	PAÑO 2	PAÑO 3	PAÑO 4	PAÑO 5
0	100	100	100	100	100
7	90	89	91	92	92
15	71	80	86	87	88
30	40	38	49	50	56
45	24	30	35	41	60
60	19	27	34	38	49
90	0	31	35	41	52
120	0	23	32	55	64



Acorde a la ilustración N° 22 (Factores de PCI) los resultados obtenidos indican que el **PAÑO 5** con 25% de polietileno reciclado de alta densidad presenta una condición de mejora **FALLADO (PAÑO 1/PCI_{120días} = 0)** a una condición **BUENO (PAÑO 5/PCI_{120días} = 64)**, siendo así este paño el que mejores resultados obtuvo en la inspección visual.

- Se concluye que la trabajabilidad del concreto medido a través del ensayo del asentamiento del concreto (suma) varia en 1” estando esto dentro de los parámetros establecidos, dejando los diseños ni muy fluidos ni muy seco, en obra se pudo manipular el concreto antes, durante y después del basado de los paños en estudio

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener para el desarrollo de la investigación tener en cuenta un considerable número de datos para evitar sesgos y obtener resultados los cuales sean representativos y poder concluir de manera correcta sobre el tema en estudio.
- Es recomendable de forma estricta que los ensayos en los ambientes del laboratorio de las muestras estén sometidas a las mismas condiciones que la muestra real de obra para poder tener resultados correctos, así mismo tener en cuenta una base guía para poder realizar el correcto diseño fundamentada en una norma y/o bibliografía vigente.
- Para definir un correcto índice de condición de pavimento es recomendable definir un área de estudio el cual sea representativo y muestre las fallas correctas, en el estudio se definió un área aproximada de 16 m². de paño.
- En obra el manejo del material representado mediante la trabajabilidad es importante ser controlado, se recomienda realizar los ensayos respectivos para poder tener un control bueno.
- Se recomienda principalmente de todo el desarrollo de la investigación el poder utilizar los cálculos obtenidos para zonas en las cuales se presentan las mismas en la cual se desarrolló el tema de investigación, climas frío en los que se presente el fenómeno de congelamiento y deshielo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Alvares, J. (s.f.). *Diseño de Mezclas*.
- Castillo, C. (2019). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de tuberías PVC utilizando agregados de la cantera de Pifo y cemento HOLCIM tipo GU y su correlación con un hormigón convencional*. Quito.
- Envaselia. (s.f.). Obtenido de Envaselia: <https://www.ensavelia.com/blog/que-es-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>
- Gonzales Castro, A. O. (2011). *¿ Como aprender y enseñar investigación científica?* Huancavelica .
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico.
- Lugo, J., & Torres, Y. (2019). *Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET*. Bogotá.
- Pablo, J. (2018). *Evaluación de la influencia de las fibras de polietileno en el diseño, construcción y durabilidad de pavimento de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco - 2017*. Cerro de Pasco.
- Pérez, J. R. (2018). *Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018*. Tarapoto.
- PlasticsEurope. (2021). Obtenido de PlasticsEurope: <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics>
- Reyes, I. (2018). *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)*. Lima.

Riaño, M., & Ayala, C. (2019). *Influencia de fibras tipo PET en las características de resistencia y durabilidad del mortero de cemento hidráulico*. Bogotá.

Rivva, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima: Capítulo Peruano ACI.

ANEXOS
PANEL FOTOGRÁFICO



Anexo 1 Cuarteo de Material



Anexo 2 Juego de Tamices - Análisis granulométrico por tamizado



Anexo 3 Centro de Reciclaje - Auquimarca



Anexo 4 Material Seleccionado de Polietileno de Alta densidad



Anexo 5 Corte Y Destaje del Material de Polietileno de Alta Densidad



Anexo 6 Dosificación Para Probetas de 4"x8"



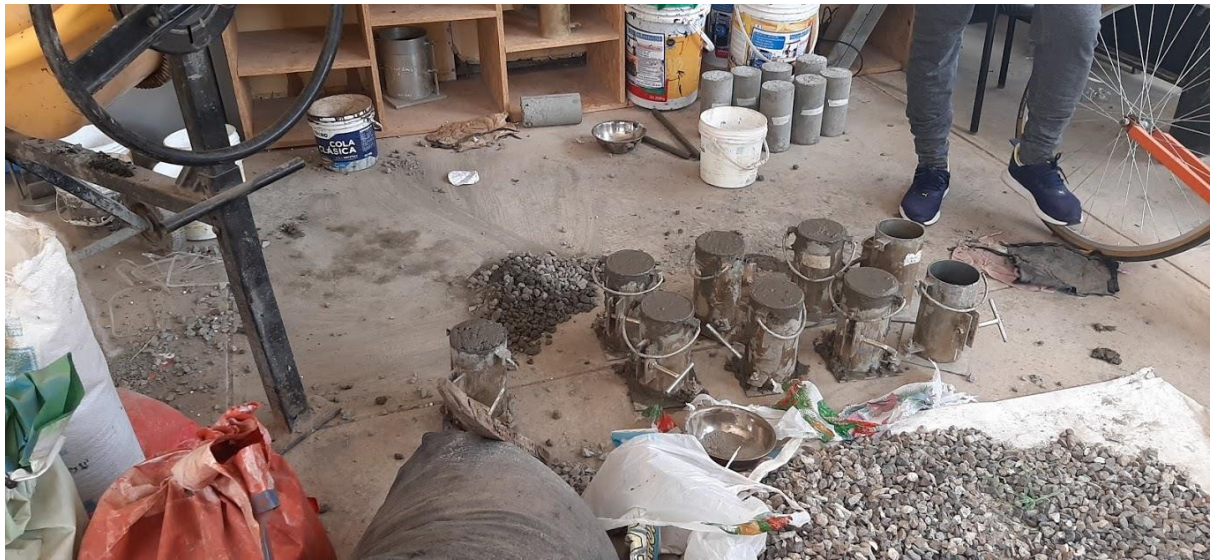
Anexo 7 Mezcla de Concreto



Anexo 8 Chuseo del concreto en los Moldes de 4"x8"



Anexo 9 Muestras de concreto Fresco en los Moldes



Anexo 10 Tanda de Probetas Elaboradas



Anexo 11 Colocación de Probetas en la Prensa de compresión



Anexo 12 Rotura de Probetas

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNÍN”

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p align="center">Problema General</p> <p>¿Cómo influye el polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo en Pachachaca, Yauli, Junín?</p> <p align="center">Problema Específicos</p> <p>1. ¿De qué manera influye el polietileno reciclado de alta densidad en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo?</p> <p>2. ¿De qué manera influye el polietileno reciclado de alta densidad en el fisuramiento en el concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo?</p> <p>3. ¿De qué manera influye el polietileno reciclado de alta densidad en la trabajabilidad del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo?</p>	<p align="center">Objetivo General</p> <p>Identificar como influye el polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo en Pachachaca, Yauli, Junín</p> <p align="center">Objetivos Específicos</p> <p>1. Determinar la influencia del polietileno de alta densidad reciclado de alta densidad en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo</p> <p>2. Determinar la influencia del polietileno de alta densidad reciclado en el fisuramiento en el concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo</p> <p>3. Determinar la influencia del polietileno reciclado de alta densidad en la trabajabilidad del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo</p>	<p align="center">Hipótesis General</p> <p>El polietileno de alta densidad reciclado influye directa y significativamente en las propiedades del concreto en pavimentos sometidos a ciclos de congelamiento y descongelamiento</p> <p align="center">Hipótesis Específicos</p> <p>1. El polietileno reciclado de alta densidad influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo</p> <p>2. El polietileno reciclado de alta densidad influye significativamente en el fisuramiento del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo</p> <p>3. El polietileno reciclado de alta densidad influye significativamente en la trabajabilidad del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo</p>	<p align="center">Variable Independiente</p> <p>Porcentaje de Polietileno reciclado de alta densidad (HDPE)</p> <p>Indicador:</p> <p>Porcentaje de HDPE</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0% • 5% • 10% • 25% <p align="center">Variables Dependientes</p> <p>Concreto Hidráulico</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Indicador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión • Índice de condición del pavimento (PCI) • Trabajabilidad 	<p>Tipo de Investigación Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación Experimental</p> <p>Diseños de Investigación Experimental</p> <p>Población Vías principales de la zona urbana del anexo de Pachachaca del Distrito de Yauli, Provincia de Yauli, Región Junín</p> <p>Muestra Será del tipo no probabilístico intencional, siendo así 150 probetas de concreto, elaboradas con fibras de polietileno de alta densidad recicladas, sometidas a ciclos de congelamiento y deshielo y roturadas a los 3, 7, 14, 21 y 28 días.</p> <p>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos Las técnicas de recopilación de datos serán fuentes documentales, registros y los instrumentos serán los diversos ensayos, además de las fichas técnicas.</p>

CERTIFICADOS



METODO PARA LA UTILIZACION DE CABEZALES CON ALMOHADILLAS DE NEOPRENO EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO ENDURECIDO



DISEÑO ACI

INVESTIGACIÓN		"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN"	
CLIENTE		Gonzales Rojas Carlos Alberto	
MOLDE	4" X 8"	P.E AG	2.71
MF AG	7.23	P.E AF	2.65
TMAX	3/4"	P.E. CEMENTO	3.15
SLUMP	3" - 4"	POLIETILENO RECICLADO	0%
a/c			0.55

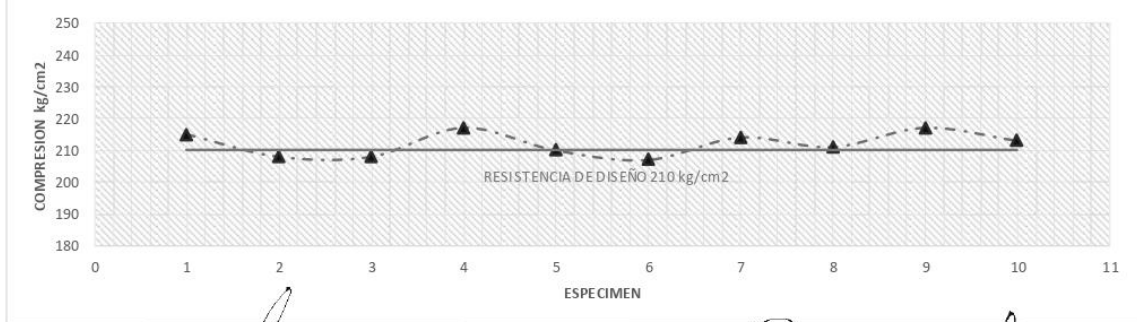
DOSIFICACION 0% DE POLIETILINEO RECICLADO

TANDA POR MOLDE	5 Kg/m3
TOTAL DE MOLDES	30

DISEÑO	ESTADO SECO	DOSIFICACION	POR BOLSA DE	POR MOLDE
CEMENTO	372.73	1.00	42.50	0.79
AGREGADO FINO	650.77	1.75	74.20	1.37
AGREGADO GRUESO	1139.57	3.06	129.90	2.40
AGUA	208.75	0.56	23.80	0.44
AGREGADO GRUESO RECILADO	0.00	0.00	0.00	0.00

MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES MTC-2016	ENSAYO A LA COMPRESION		
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
ESPECIMEN 1	136	192	215
ESPECIMEN 2	134	193	208
ESPECIMEN 3	135	185	208
ESPECIMEN 4	141	190	217
ESPECIMEN 5	130	195	210
ESPECIMEN 6	129	185	207
ESPECIMEN 7	129	191	214
ESPECIMEN 8	137	187	211
ESPECIMEN 9	129	194	217
ESPECIMEN 10	141	193	213

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS



Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L

Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L



METODO PARA LA UTILIZACION DE CABEZALES CON ALMOHADILLAS DE NEOPRENO EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO ENDURECIDO



DISEÑO ACI

INVESTIGACIÓN		"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN"	
CLIENTE		Gonzales Rojas Carlos Alberto	
MOLDE	4" X 8"	P.E AG	2.71
MF AG	7.23	P.E AF	2.65
TMAX	3/4"	P.E. CEMENTO	3.15
SLUMP	3" - 4"	POLIETILENO RECICLADO	5%
a/c			0.55

DOSIFICACION 5% DE POLIETILENO RECICLADO

TANDA POR MOLDE	5 Kg/m3			
TOTAL DE MOLDES	30			
DISEÑO	ESTADO SECO	DOSIFICACION	POR BOLSA DE	POR MOLDE
CEMENTO	372.73	1.00	42.50	0.78
AGREGADO FINO	665.74	1.79	75.90	1.39
AGREGADO GRUESO	1082.59	2.90	123.40	2.27
AGUA	208.92	0.56	23.80	0.44
AGREGADO GRUESO RECILADO	56.98	0.15	6.50	0.12

MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO A LA COMPRESION			
MTC-2016	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	
ESPECIMEN 1	147	205	221	
ESPECIMEN 2	142	204	225	
ESPECIMEN 3	142	206	224	
ESPECIMEN 4	141	201	226	
ESPECIMEN 5	149	204	222	
ESPECIMEN 6	143	200	220	
ESPECIMEN 7	145	204	227	
ESPECIMEN 8	140	204	220	
ESPECIMEN 9	140	203	224	
ESPECIMEN 10	150	195	218	



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



METODO PARA LA UTILIZACION DE CABEZALES CON ALMOHADILLAS DE NEOPRENO EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO ENDURECIDO



DISEÑO ACI

INVESTIGACIÓN		"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN"	
CLIENTE		Gonzales Rojas Carlos Alberto	
MOLDE	4" X 8"	P.E AG	2.71
MF AG	7.23	P.E AF	2.65
TMAX	3/4"	P.E. CEMENTO	3.15
SLUMP	3" - 4"	POLIETILENO RECICLADO	10%
a/c			0.55

DOSIFICACION 10% DE POLIETILENO RECICLADO	
TANDA POR MOLDE	5 Kg/m3
TOTAL DE MOLDES	30

DISEÑO	ESTADO SECO	DOSEIFICACION	POR BOLSA DE	POR MOLDE
CEMENTO	372.73	1.00	42.50	0.78
AGREGADO FINO	680.72	1.83	77.60	1.42
AGREGADO GRUESO	1025.61	2.75	116.90	2.13
AGUA	209.10	0.56	23.80	0.44
AGREGADO GRUESO RECILADO	113.96	0.31	13.00	0.24

MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO A LA COMPRESION		
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
MTC-2016			
ESPECIMEN 1	169	239	258
ESPECIMEN 2	168	233	262
ESPECIMEN 3	174	232	260
ESPECIMEN 4	166	235	261
ESPECIMEN 5	171	238	258
ESPECIMEN 6	170	235	261
ESPECIMEN 7	165	232	258
ESPECIMEN 8	165	238	259
ESPECIMEN 9	169	233	260
ESPECIMEN 10	173	236	263



Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



METODO PARA LA UTILIZACION DE CABEZALES CON ALMOHADILLAS DE NEOPRENO EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO ENDURECIDO



DISEÑO ACI

INVESTIGACIÓN	"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN"		
CLIENTE	Gonzales Rojas Carlos Alberto		
MOLDE	4" X 8"	P.E AG	2.71
MF AG	7.23	P.E AF	2.65
TMAX	3/4"	P.E. CEMENTO	3.15
SLUMP	3" - 4"	POLIETILENO RECICLADO	15%
a/c			0.55

DOSIFICACION 15% DE POLIETILINEO RECICLADO

TANDA POR MOLDE	5 Kg/m3			
TOTAL DE MOLDES	30			
DISEÑO	ESTADO SECO	DOSIFICACION	POR BOLSA DE	POR MOLDE
CEMENTO	372.73	1.00	42.50	0.77
AGREGADO FINO	695.69	1.87	79.30	1.44
AGREGADO GRUESO	968.63	2.60	110.40	2.00
AGUA	209.27	0.56	23.90	0.43
AGREGADO GRUESO RECILADO	170.93	0.46	19.50	0.35

MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO A LA COMPRESION		
MTC-2016	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
ESPECIMEN 1	189	261	290
ESPECIMEN 2	189	263	297
ESPECIMEN 3	189	263	292
ESPECIMEN 4	188	265	293
ESPECIMEN 5	190	262	291
ESPECIMEN 6	192	264	293
ESPECIMEN 7	193	265	292
ESPECIMEN 8	187	266	292
ESPECIMEN 9	191	266	295
ESPECIMEN 10	191	262	296



Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L

Julio Adrian Rojas Palma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L



METODO PARA LA UTILIZACION DE CABEZALES CON ALMOHADILLAS DE NEOPRENO EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO ENDURECIDO



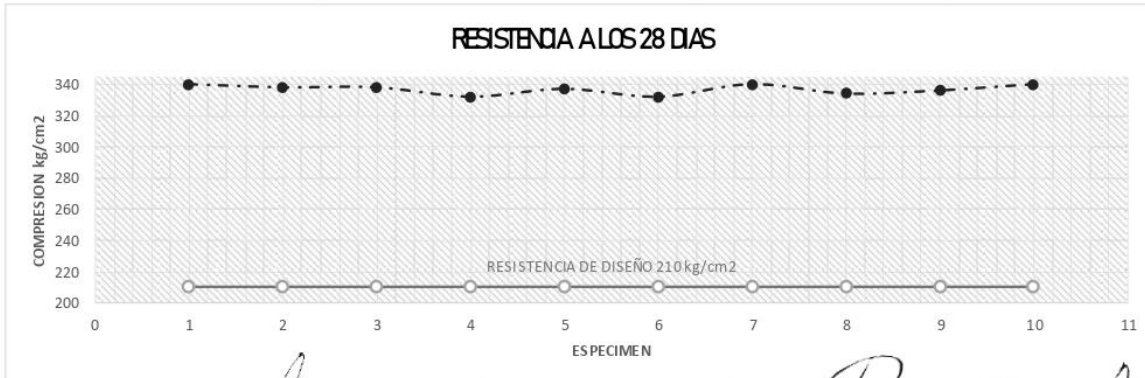
DISEÑO A CI

INVESTIGACIÓN		"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN"	
CLIENTE		Gonzales Rojas Carlos Alberto	
MOLDE	4" X 8"	P.E AG	2.71
MFAG	7.23	P.E AF	2.65
TMAX	3/4"	P.E. CEMENTO	3.15
SLUMP	3" - 4"	POLIETILENO RECICLADO	25%
		a/c	0.55

DOSIFICACION 25% DE POLIETILENO RECICLADO

TANDA POR MOLDE	5 Kg/m3			
TOTAL DE MOLDES	30			
DISEÑO	ESTADO SECO	DOSIFICACION	POR BOLSA DE	POR MOLDE
CEMENTO	372.73	1.00	42.50	0.76
AGREGADO FINO	725.64	1.95	82.70	1.48
AGREGADO GRUESO	854.67	2.29	97.50	1.75
AGUA	209.62	0.56	23.90	0.43
AGREGADO GRUESO RECILADO	284.89	0.76	32.50	0.58

MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES MTC-2016	ENSAYO A LA COMPRESION		
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
ESPECIMEN 1	218	298	340
ESPECIMEN 2	217	308	338
ESPECIMEN 3	217	299	338
ESPECIMEN 4	223	306	332
ESPECIMEN 5	224	304	337
ESPECIMEN 6	221	299	332
ESPECIMEN 7	217	300	340
ESPECIMEN 8	217	306	334
ESPECIMEN 9	220	305	336
ESPECIMEN 10	221	305	340



Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Palma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO E HIDRAULICA



“POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMEIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN”

ASTM D6433

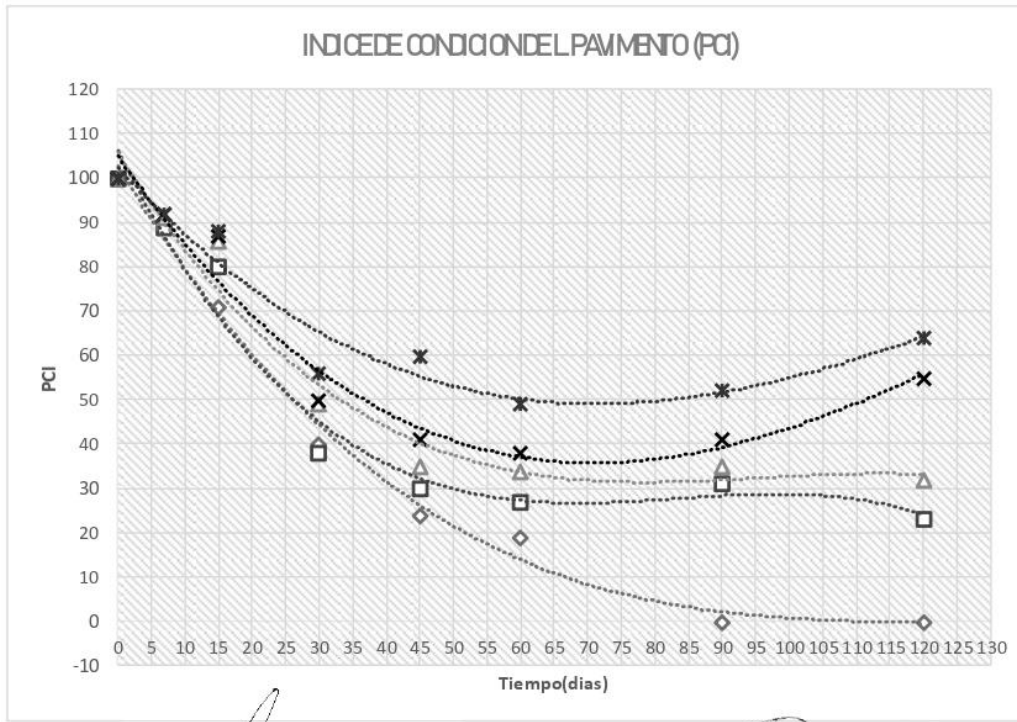
Cliente: Gonzales Rojas Carlos Alberto
 Distrito: Pachachaca
 Provincia: Yauli
 Región: JUNIN

EVALUACION DEL PCI

Zona: Paño 1 - 2 - 3 - 4 - 5
 Área: 16 m²

RESUMEN

% DE POL. REC.	PCI				
	0%	5%	10%	15%	25%
T(tiempo)	PAÑO 1	PAÑO 2	PAÑO 3	PAÑO 4	PAÑO 5
0	100	100	100	100	100
7	90	89	91	92	92
15	71	80	86	87	88
30	40	38	49	50	56
45	24	30	35	41	60
60	19	27	34	38	49
90	0	31	35	41	52
120	0	23	32	55	64



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L



ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

DISEÑO ACI

"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACION DE CONCRET O
HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN
PACHACHACA, YAULI-JUNIN"

Gonzales Rojas Carlos Alberto

CLIENTE

PAÑO	SLUMP
PAÑO 1	3"
PAÑO 2	3.2"
PAÑO 3	3.5"
PAÑO 4	3.5"
PAÑO 5	4.1"

OBSERVACIONES: Ninguna

Reyes Poma
 Julio Adriana Rojas Poma
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Juan Ernesto Tzjada Diaz
 Juan Ernesto Tzjada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO E HIDRAULICA



TEMA DE INVESTIGACION

"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN"

ASTM D6433

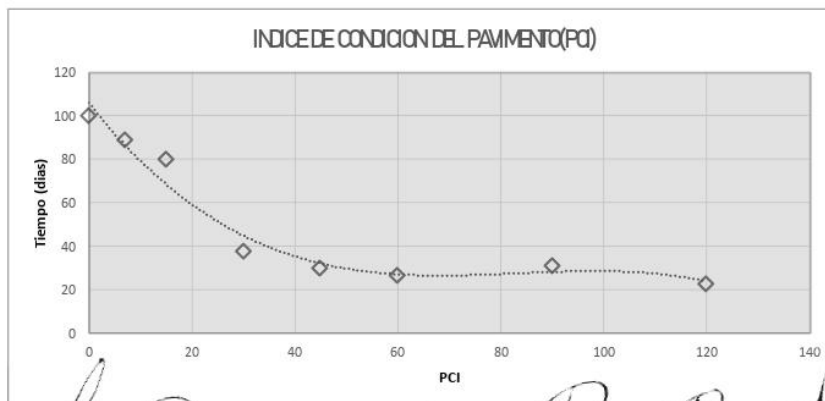
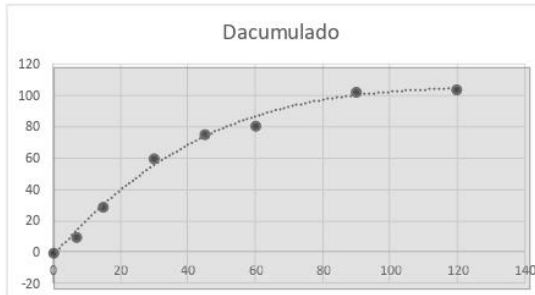
Cliente: Gonzales Rojas Carlos Alberto
 Distrito: Pachachaca
 Provincia: Yauli
 Región: JUNIN

EVALUACION DEL PCI

Zona: Paño 1 - 10% Polietileno Reciclado
 Área: 16 m²

7 DIAS				15 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.3	1.9%	3	L	0.5	3.1%	8
M	0.2	1.3%	7	M	0.7	4.4%	21
H	0	0.0%	0	H	0	0.0%	0
ACUMULADO			10	ACUMULADO			29
30 DIAS				45 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.6	3.8%	8	L	0.8	5.0%	10
M	0.9	5.6%	23	M	1.2	7.5%	27
H	0.4	2.5%	29	H	0.9	5.6%	39
ACUMULADO			60	ACUMULADO			76
60 DIAS				90 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.4	2.5%	6	L	0	0.0%	0
M	1.1	6.9%	26	M	2.2	13.8%	37
H	1.5	9.4%	49	H	2.6	16.3%	66
ACUMULADO			81	ACUMULADO			103
120 DIAS							
SEVERIDAD	AREA	DF	D				
L	0	0.0%	0				
M	2.6	16.3%	38				
H	2.9	18.1%	66.5				
ACUMULADO			104.5				

T(tiempo)	Dacumulado	PCI
0	0	100
7	10	90
15	29	71
30	60	40
45	76	24
60	81	19
90	103	0
120	104.5	0



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO E HIDRAULICA



TEMA DE INVESTIGACION

"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN"

ASTM D6433

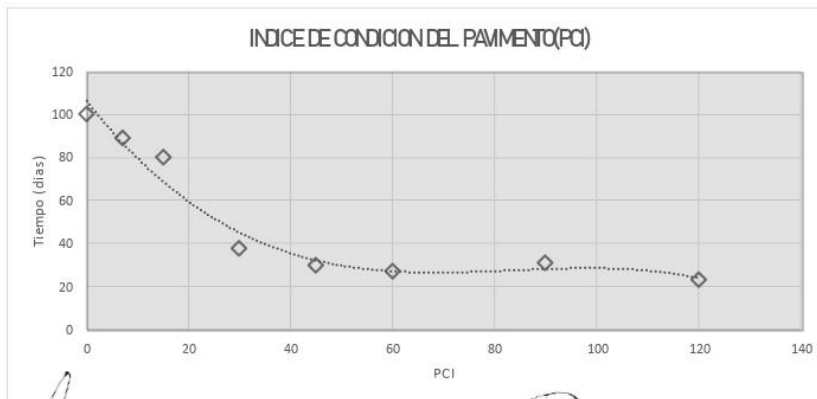
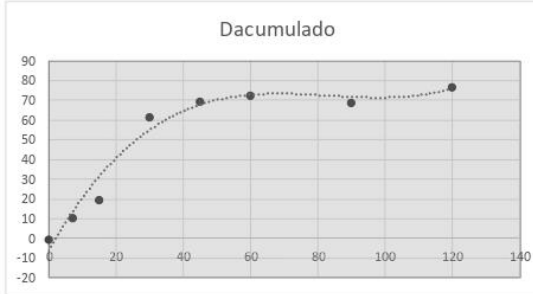
Cliente: Gonzales Rojas Carlos Alberto
 Distrito: Pachachaca
 Provincia: Yauli
 Región: JUNIN

EVALUACION DEL PCI

Zona: Paño 2 - 5% Polietileno Reciclado
 Área: 16 m²

7 DIAS				15 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.2	1.3%	3	L	0.4	2.5%	6
M	0.1	0.6%	8	M	0.3	1.9%	14
H	0	0.0%	0	H	0	0.0%	0
ACUMULADO			11	ACUMULADO			20
30 DIAS				45 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.6	3.8%	8	L	0.7	4.4%	12
M	0.4	2.5%	18	M	0.6	3.8%	19
H	0.8	5.0%	36	H	0.9	5.6%	39
ACUMULADO			62	ACUMULADO			70
60 DIAS				90 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.6	3.8%	8	L	0	0.0%	0
M	0.8	5.0%	24	M	1	6.3%	24
H	1	6.3%	41	H	1.2	7.5%	45
ACUMULADO			73	ACUMULADO			69
120 DIAS							
SEVERIDAD	AREA	DF	D				
L	0	0.0%	0				
M	1.3	8.1%	26				
H	1.5	9.4%	51				
ACUMULADO			77				

T(tiempo)	Dacumulado	PCI
0	0	100
7	11	89
15	20	80
30	62	38
45	70	30
60	73	27
90	69	31
120	77	23



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO E HIDRAULICA



TEMA DE INVESTIGACION

"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SO METIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN"

ASTM D6433

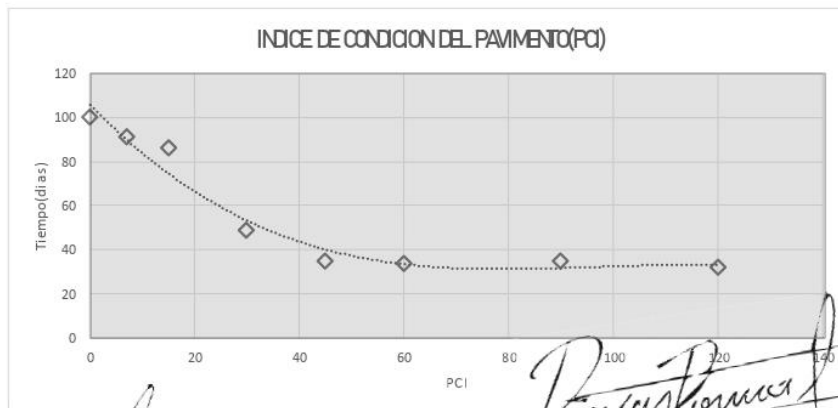
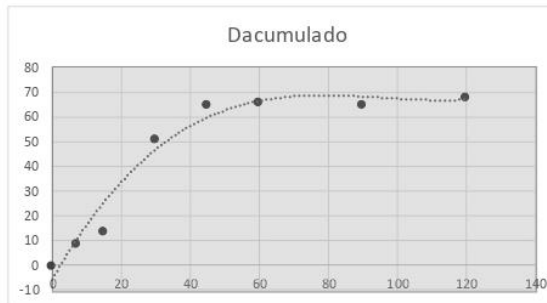
Cliente: Gonzales Rojas Carlos Alberto
 Distrito: Pachachaca
 Provincia: Yauli
 Región: JUNIN

EVALUACION DEL PCI

Zona: Paño 3 - 0% Polietileno Reciclado
 Área: 16 m²

7 DIAS				15 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.1	0.6%	2	L	0.2	1.3%	3
M	0.1	0.6%	7	M	0.2	1.3%	11
H	0	0.0%	0	H	0	0.0%	0
ACUMULADO			9	ACUMULADO			14
30 DIAS				45 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.3	1.9%	4	L	0.5	3.1%	7
M	0.4	2.5%	15	M	0.7	4.4%	21
H	0.6	3.8%	32	H	0.8	5.0%	37
ACUMULADO			51	ACUMULADO			65
60 DIAS				90 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.5	3.1%	7	L	0	0.0%	0
M	0.7	4.4%	21	M	0.9	5.6%	23
H	0.9	5.6%	38	H	1.1	6.9%	42
ACUMULADO			66	ACUMULADO			65
120 DIAS							
SEVERIDAD	AREA	DF	D				
L	0	0.0%	0				
M	0.9	5.6%	23				
H	1.2	7.5%	45				
ACUMULADO			68				

T(tiempo)	Dacumulado	PCI
0	0	100
7	9	91
15	14	86
30	51	49
45	65	35
60	66	34
90	65	35
120	68	32



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO E HIDRAULICA



TEMA DE INVESTIGACION

"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO O EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN"

ASTM D6433

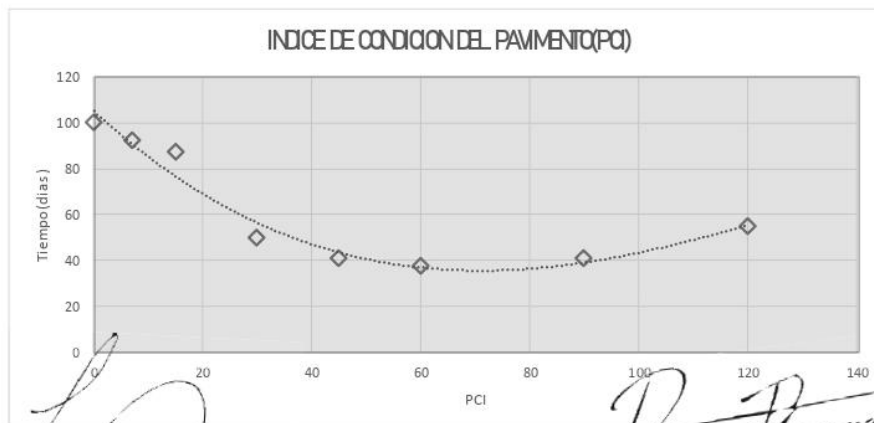
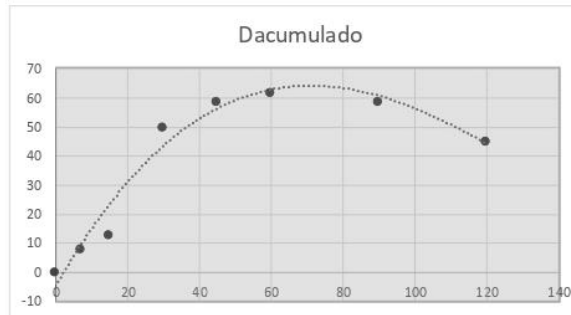
Cliente: Gonzales Rojas Carlos Alberto
 Distrito: Pachachaca
 Provincia: Yauli
 Región: JUNIN

EVALUACION DEL PCI

Zona: Paño 4 - 0% Polietileno Reciclado
 Área: 16 m²

7 DIAS				15 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.1	0.6%	1	L	0.1	0.6%	3
M	0.1	0.6%	7	M	0.2	1.3%	10
H	0	0.0%	0	H	0	0.0%	0
ACUMULADO			8	ACUMULADO			13
30 DIAS				45 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.3	1.9%	4	L	0.5	3.1%	6
M	0.4	2.5%	15	M	0.7	4.4%	21
H	0.5	3.1%	31	H	0.6	3.8%	32
ACUMULADO			50	ACUMULADO			59
60 DIAS				90 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.5	3.1%	7	L	0	0.0%	0
M	0.7	4.4%	21	M	0.6	3.8%	21
H	0.7	4.4%	34	H	0.9	5.6%	38
ACUMULADO			62	ACUMULADO			59
120 DIAS							
SEVERIDAD	AREA	DF	D				
L	0	0.0%	0				
M	0.4	2.5%	13				
H	0.6	3.8%	32				
ACUMULADO			45				

T(tiempo)	Dacumulado	PCI
0	0	100
7	8	92
15	13	87
30	50	50
45	59	41
60	62	38
90	59	41
120	45	55



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO E HIDRAULICA



TEMA DE INVESTIGACION

"POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULL-JUNIN"

ASTM D6433

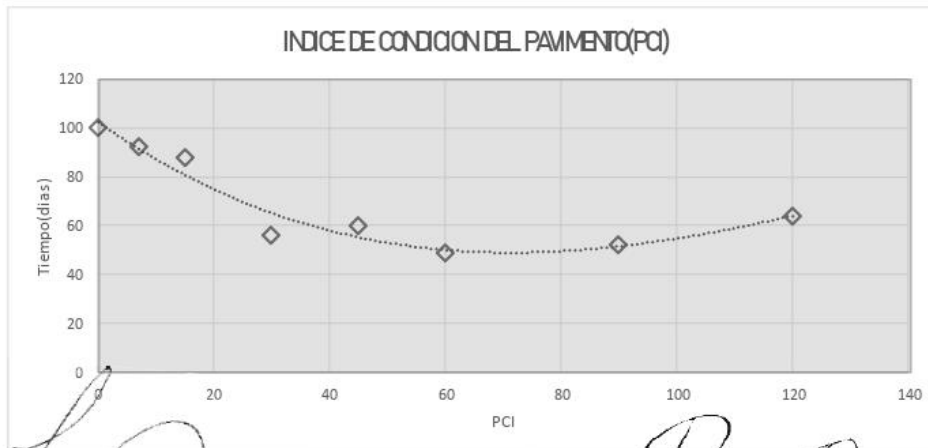
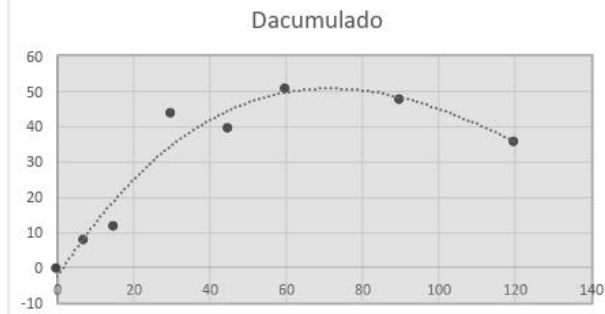
Cliente: Gonzales Rojas Carlos Alberto
 Distrito: Pachachaca
 Provincia: Yauli
 Región: JUNIN

EVALUACION DEL PCI

Zona: Paño 5 - 0% Polietileno Reciclado
 Área: 16 m²

7 DIAS				15 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.1	0.6%	1	L	0.1	0.6%	1
M	0.1	0.6%	7	M	0.2	1.3%	11
H	0	0.0%	0	H	0	0.0%	0
ACUMULADO			8	ACUMULADO			12
30 DIAS				45 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.2	1.3%	3	L	0.2	1.3%	3
M	0.4	2.5%	16	M	0.4	2.5%	16
H	0.3	1.9%	25	H	0.2	1.3%	21
ACUMULADO			44	ACUMULADO			40
60 DIAS				90 DIAS			
SEVERIDAD	AREA	DF	D	SEVERIDAD	AREA	DF	D
L	0.3	1.9%	6	L	0	0.0%	0
M	0.4	2.5%	16	M	0.4	2.5%	16
H	0.3	1.9%	29	H	0.6	3.8%	32
ACUMULADO			51	ACUMULADO			48
120 DIAS							
SEVERIDAD	AREA	DF	D				
L	0	0.0%	0				
M	0.2	1.3%	11				
H	0.3	1.9%	25				
ACUMULADO			36				

T(tiempo)	Dacumulado	PCI
0	0	100
7	8	92
15	12	88
30	44	56
45	40	60
60	51	49
90	48	52
120	36	64



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO E HIDRAULICA



“POLIETILENO RECICLADO DE ALTA DENSIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO EN PAVIMENTOS RIGIDOS SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN PACHACHACA, YAULI-JUNIN”

ASTM D6433

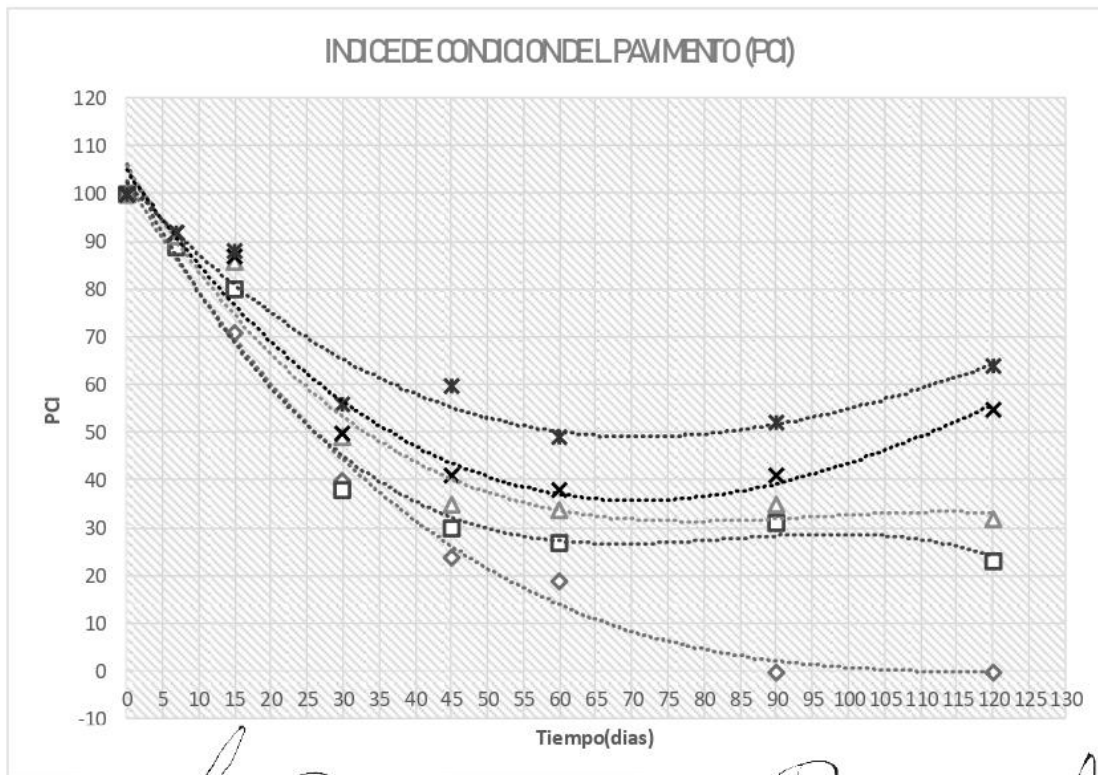
Cliente: Gonzales Rojas Carlos Alberto
 Distrito: Pachachaca
 Provincia: Yauli
 Región: JUNIN

EVALUACION DEL PCI

Zona: Paño 1 - 2 - 3 - 4 - 5
 Área: 16 m2

RESUMEN

% DE POL. REC.	PCI				
	0%	5%	10%	15%	25%
T(tiempo)	PAÑO 1	PAÑO 2	PAÑO 3	PAÑO 4	PAÑO 5
0	100	100	100	100	100
7	90	89	91	92	92
15	71	80	86	87	88
30	40	38	49	50	56
45	24	30	35	41	60
60	19	27	34	38	49
90	0	31	35	41	52
120	0	23	32	55	64



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L