



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de la variación de la durabilidad y resistencia a la
compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando material
reciclado tipo pet ate,2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Estrada Pérez, Yosifer Kevin. (ORCID:0000-0001-5014-3788)

Velasco Cunia, Jhan Marco. (ORCID:0000-0002-5103-7650)

ASESOR:

Ing. Villegas Martínez, Carlos Alberto. (ORCID:0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida, guiar siempre mi camino y poner grandes personas en ella.

A mi madre Bernarda Cunia Ticliahuanca y a mi padre Adan Velasco Cruz, por brindarme ese ejemplo de sacrificio y dedicación por conseguir lo que se desea, por ese amor incondicional brindado día a día.

A mis hermanos en especial a Kevin Velasco Cunia y Pamela Velasco Cunia, quienes siempre estuvieron a mi lado apoyándome y aconsejándome e inculcándome deseos de superación

Jhan Marcos.

Esta tesis está dedicada a las personas que más amo en este mundo, mis padres Manuel Estrada Aguilar y Esther Pérez Arce y a mi familia en general, que siempre creyeron en mí, tanto en los momentos alegres, como en aquellos duros y difíciles. Para mis amigos que me aportan la alegría de vivir día a día.

Yosifer

Agradecimiento

Esta tesis se ha logrado con la participación y esfuerzo de varias personas como de instituciones, a quienes damos nuestro sincero agradecimiento.

A nuestra Universidad César Vallejo, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por brindarnos la oportunidad de conocer este mundo maravilloso de la ingeniería.

A nuestro Asesor de proyecto de investigación, ING. GERMAN FERNANDO CASUSOL IBERICO; a nuestro asesor de desarrollo de proyecto de investigación, ING. VILLEGAS MARTÍNEZ, CARLOS ALBERTO, a nuestro revisor de tesis ING. LEOPOLDO CHOQUE FLORES. le agradecemos por la supervisión de este trabajo, las orientaciones, recomendaciones y sobre todo por la confianza brindada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	II
Agradecimiento.....	III
Página Del Jurado.....	IV
Declaratoria De Autenticidad.....	V
Índice de Tablas	VIII
Índice de Imágenes.....	XIII
Índice de Gráficos	XIV
Índice de Cuadros	XVI
Tabla de Anexos	XVIII
Resumen	XX
Abstract.....	XX
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO	2
2.1.Antecedentes.	2
2.2.Durabilidad del concreto adicionado PET.	6
2.3.Resistencia del concreto adicionando PET.	8
2.4.Adición de material reciclado tipo PET.	10
2.5.Formulación del problema.	13
2.6.Justificación del estudio.	13
2.7.Hipótesis.....	14
2.8.Objetivos.	14
III.METODOLOGÍA	15

3.1. Tipo y diseño de Investigación.	16
3.2. Variables, Operacionalización.	17
3.3. Población, muestra y muestreo.	18
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	20
3.5. Procedimientos.	20
3.6. Métodos de Análisis de Datos.	27
3.7. Aspectos Éticos.	27
IV. RESULTADOS	28
4.1. Análisis de los agregados.	28
4.2. Contenido de Humedad.	31
4.3. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.	32
4.4. Peso específico y absorción del agregado fino.	33
4.5. Peso Unitario de los Agregados	34
4.6. Diseño de Mezcla.	36
4.7. Ensayo en estado fresco	44
4.8. Ensayo en estado endurecido	47
4.9. Análisis de datos estadísticos.	68
V. DISCUSIÓN.	92
VI. CONCLUSIONES.	93
VII. RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS	96
ANEXOS	100

Índice de tablas

Tabla 01: Propiedades de polietileno – tereftalato (pet)	11
Tabla 02: Propiedades de polietileno – tereftalato (pet)	11
Tabla 03: Cantidad de probetas de concreto	19
Tabla 04: Cantidad de probetas de concreto	20
Tabla 05: Porcentajes acumulados agregado fino	28
Tabla 06: Porcentajes acumulados agregado grueso.	29
Tabla 07: Porcentajes acumulados agregado grueso.	30
Tabla 08: Contenido de humedad agregado fino.	31
Tabla 09: Contenido de humedad agregado grueso.	31
Tabla 10: Peso específico y absorción del agregado grueso.	32
Tabla 11: Peso específico del agregado fino.	33
Tabla 12: Peso unitario suelto agregado fino.	34
Tabla 13: Peso unitario suelto agregado grueso.	34
Tabla 14: Peso unitario compactado agregado fino.	35
Tabla 15: Peso unitario compactado agregado grueso.	35
Tabla 16: Resumen de propiedades físicas de los agregados.	36
Tabla 17: Características de los materiales	36
Tabla 18: Tabla de selección de la resistencia específica.	36
Tabla 19: Selección del asentamiento.	37
Tabla 20: Contenido de aire.	38

Tabla 21: Volumen unitario de agua.	38
Tabla 22: Relación agua cemento.....	39
Tabla 23: Tamaño máximo nominal.....	40
Tabla 24: Proporción de los agregados.	42
Tabla 25: Diseño de mezcla adicionando pet.....	44
Tabla 26: Asentamiento del concreto.....	45
Tabla 27: Peso en estado fresco del concreto.	46
Tabla 28: Peso en estado endurecido del concreto.	47
Tabla 29: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días a curado normal.....	48
Tabla 30: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días de curado a sulfato.	49
Tabla 31: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días de curado al ciclo hielo y deshielo.	50
Tabla 32: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días a curado normal.....	51
Tabla 33: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días de curado a sulfato.	52
Tabla 34: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días de curado al ciclo hielo y deshielo.	53
tabla 35: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días a curado normal.....	54
Tabla 36: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días de curado a sulfato.	55
Tabla 37: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días de curado al ciclo hielo y deshielo.	56

Tabla 38: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 56 días a curado normal.....	57
Tabla 39: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 56 días de curado a sulfato.	58
Tabla 40: Ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 7 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de pet con diferentes regímenes de curados.	60
Tabla 41: Ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 14 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de pet con diferentes regímenes de curados.	62
Tabla 42: Ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 28 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de pet con diferentes regímenes de curados.	64
Tabla 43: Ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 56 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de pet con diferentes regímenes de curados.	66
Tabla 44: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (anova a 7 días).	68
Tabla 45: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (tukey a 7 días).....	68
Tabla 46: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 7 días).	69
Tabla 47: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (anova a 14 días).	69
Tabla 48: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (tukey a 14 días).....	70
Tabla 49: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 14 días).	70
Tabla 50: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (anova a 28 días).	71
Tabla 51: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (tukey a 28 días).....	72
Tabla 52: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 28 días).	72
Tabla 53: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (anova a 56 días).	72

Tabla 54: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (tukey a 56 días).....	73
Tabla 55: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 56 días).	73
Tabla 56: Cálculos previos para la obtención de la desviación estándar.	74
Tabla 57: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado a sulfato (anova a 7 días).....	76
Tabla 58: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado a sulfato (tukey a 7 días).....	77
Tabla 59: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 7 días).	77
Tabla 60: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (anova a 14 días).....	78
Tabla 61: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (tukey a 14 días).....	78
Tabla 62: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 14 días).	79
Tabla 63: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (anova a 28 días).....	79
Tabla 64: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (tukey a 28 días).....	80
Tabla 65: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 28 días).	80
Tabla 66: análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (anova a 56 días).....	81
Tabla 67: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (tukey a 56 días).....	81
Tabla 68: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 56 días).	82
Tabla 69: Cálculos previos para la obtención de la desviación estándar.	83
Tabla 70: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (anova a 7 días).....	85

Tabla 71: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (tukey a 7 días).....	85
Tabla 72: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 7 días).	86
Tabla 73: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (anova a 14 días).....	86
Tabla 74: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (tukey a 14 días).	87
Tabla 75: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 14 días).	87
Tabla 76: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (anova a 28 días).....	88
Tabla 77: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (tukey a 28 días).	88
Tabla 78: Valores obtenidos del análisis estadístico (tukey a 28 días).	88
Tabla 79: Cálculos previos para la obtención de la desviación estándar.	90

Índice de imágenes

imagen 01: Imágenes sem. (microscopio electrónico de barrio).....	6
Imagen 02: Imágenes sem (microscopio electrónico de barrido)	9
Imagen 03: Frecuencia de longitud utilizadas en diferentes investigaciones.	12
Imagen 04: Frecuencia de grosor utilizadas en diferentes investigaciones.	12
Imagen 05: Frecuencia de ancho utilizadas en diferentes investigaciones.	13
Imagen 06: Procedimiento del proyecto.....	20
Imagen 07: Primera fase detalle de los procesos del proyecto.....	21
Imagen 08: Segunda fase detalle de los procesos del proyecto.....	23
Imagen 09: Tercera fase detalle de los procesos del proyecto.....	25
Imagen 10: Cuarta fase detalle de los procesos del proyecto.....	25

Índice de gráficos

Gráfico 01: Curva granulométrica agregado fino.....	29
Gráfico 02: Curva granulométrica agregado grueso.	30
Grafico 03: Asentamiento del concreto.	45
Gráfico 04: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días a curado normal.	48
Gráfico 05: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días de curado a sulfatos.....	50
Gráfico 06: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días de curado al ciclo hielo y deshielo.	51
Gráfico 07: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días a curado normal.	52
Gráfico 08: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días de curado a sulfatos.....	53
Gráfico 09: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días de curado al ciclo hielo y deshielo.	54
Gráfico 10: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días a curado normal.	55
Gráfico 11: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días de curado a sulfatos.....	56
Gráfico 12: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días de curado al ciclo hielo y deshielo.	57
Gráfico 13: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 56 días a curado normal.	58
Gráfico 14: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 56 días de curado a sulfatos.....	59

Gráfico 15: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 7 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de pet con diferentes regímenes de curados.	61
Gráfico 16: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 14 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de pet con diferentes regímenes de curados.	63
Gráfico 17: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 28 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de pet con diferentes regímenes de curados.	65
Gráfico 18: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 28 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de pet con diferentes regímenes de curados.	67
Gráfico 18: Grafica de distribución cola izquierda.	75
Gráfico 19: Grafica de distribución cola izquierda.	84
Gráfico 20: Grafica de distribución cola izquierda.	91

Índice de cuadros

Cuadro 01: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 7 días).....	69
Cadro 02: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 14 días).....	71
Cuadro 03: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 28 días).....	72
Cuadro 04: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 56 días).....	73
Cuadro 05: Estadísticas descriptivas.....	75
Cuadro 06: Valores t y p.....	75
Cuadro 07: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 7 días).....	77
Cuadro 08: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 14 días).....	79
Cuadro 09: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 28 días).....	80
Cuadro 10: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 56 días).....	82
Cuadro 11: Estadísticas descriptivas.....	83
Cuadro 12: Valores t y p.....	84
Cuadro 13: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 7 días).....	86
Cuadro 14: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 14 días).....	87
Cuadro 15: Diferencias entre grupos obtenidos del análisis estadístico (tukey a 28 días).....	89

Cuadro 16: Estadísticas descriptivas.....	90
Cuadro 17: Valores t, p.	90

Tabla de anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia.....	100
Anexo 2: Diseño de mezcla método del comité 211-ACI	101
Anexo 3: Análisis granulométrico del agregado fino, por tamizado (Astm –C33).	102
Anexo 4: Análisis granulométrico del agregado grueso, por tamizado (Astm – C33).	103
Anexo 5: Peso específico del agregado grueso.....	104
Anexo 6: Peso específico del agregado fino.	105
Anexo 7: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso (Astmd C 29 / Ntp 400.017).	106
Anexo 8: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino (Astmd C 29 / Ntp 400.017).....	107
Anexo 9: Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos con la adición del 0%, 10% y 20% de pet a curado normal (Astm c 39).....	108
Anexo 10: Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos con la adición del 0%, 10% y 20% de pet a curado al ciclo hielo y deshielo (Astm c 39).	120
Anexo 11: Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos con la adición del 0%, 10% y 20% de pet a curado a sulfato (Astm c 39).	129
Anexo 12: Distribución f de fisher (2 colas).....	141
Anexo 13: Valores críticos para la prueba tukey	142
Anexo 14: Valores t critico prueba t-student	143
Anexo 15: Obtención de la muestra representativa para el ensayo de peso unitario compactado de agregado fino	144
Anexo 16: Granulometría del agregado fino	144
Anexo 17: Obtención de la muestra representativa para el ensayo de peso	

unitario compactado de agregado grueso.....	145
Anexo 18: Granulometría del agregado grueso	145
Anexo 19: Peso específico del agregado fino	146
Anexo 20: Fibra pet.....	146
Anexo 21: Preparación de la mezcla de concreto	147
Anexo 22: Mezcla de concreto con la adición de la fibra pet	147
Anexo 23: Prueba del slump sin la adición de pet antes del llenado en los bloques cilíndricos de concreto.	148
Anexo 24: Prueba del slump con la adición de pet antes del llenado en los bloques cilíndricos de concreto.....	148
Anexo 25: Llenado de probetas de compresión.....	149
Anexo 26: Preparación de la poza para el curado a sulfatos.	149
Anexo 27: Aparición de cristalización de sales en el concreto a curado a sulfato.	150
Anexo 28: Cambios de color en su apariencia del concreto sometido al curado a sulfatos.....	150
Anexo 29: Instrumentos utilizados para el ensayo del ciclo hielo y deshielo – certificados de calibración.....	151
Anexo 30: Probetas curadas al ciclo hielo y deshielo	153
Anexo 31: Eflorescencia en el concreto a curado al ciclo hielo y deshielo.....	153
Anexo 32: Panel fotográfico de las probetas a compresión ensayadas	154
anexo 33: Cuadro de comparación de la disminución de la resistencia a la compresión del concreto sometido a diferentes regímenes de curados	155
Anexo34: Recibo turnitin.	156

Resumen

Esta investigación básicamente consiste, en analizar como varia la durabilidad y la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ cuando se le adiciona material reciclado tipo PET (tereftalato de polietileno), donde la durabilidad se midió con la resistencia a las fuerzas compresivas, se realizaron múltiples ensayos al concreto sometidos a diferentes regimenes de curado, para así analizar la conducta del concreto patrón y el concreto con la adición del 10 y 20% PET. El análisis se logró con las pruebas a compresión de los especímenes cilíndricos ensayados en el laboratorio, en el cual se pudo comprobar los diferentes cambios de apariencia que sufrió el concreto, como también la reducción del aguante a la compresión del concreto la adición de PET, los datos obtenidos se procesaron en el programa Excel utilizando los complementos análisis de varianza ANOVA y TUKEY.

Se logró determinar que a más incorporación de PET la trabajabilidad del concreto baja con el 10% de PET baja un 50% de su trabajabilidad y con el 20% reduce 83%, se logró evidenciar que el efecto de daño del sulfato en el concreto es a través del tiempo, como también evidenciar diferentes cambios de apariencia del concreto, en los cuales se puede apreciar eflorescencia en el concreto curado al ciclo hielo y deshielo, cristalización de sales sometido al curado a sulfatos, se logró determinar que con solo la adición del PET al concreto tiende a reducir su resistencia a la compresión independientemente de su régimen de curado reduciendo a los 56 días un 27% de su resistencia. Sometido al ciclo hielo y deshielo con el 10 % y 20% de pet a los 28 días reduce su resistencia un 14%, 35% de su resistencia respectivamente, sometido a sulfatos con la adición del 10% y 20% de PET a los 56 días reduce su resistencia un 18 y 38% respectivamente.

PALABRAS CLAVES: Concreto, Durabilidad, Compresión, Fibra PET, Trabajabilidad.

Abstract

This research basically consists of analyzing how the durability and resistance of concrete vary $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ when recycled material such as PET (polyethylene terephthalate) is added, where durability was measured with resistance to compressive forces, Multiple tests were carried out on the concrete, subjecting them to different curing regimes, in order to analyze the behavior of the standard concrete and the concrete with the addition of 10 and 20% PET. The analysis was achieved with the compression tests of the cylindrical specimens tested in the laboratory, in which it was possible to verify the different changes in appearance that the concrete suffered, as well as the reduction of the compressive strength of the concrete the addition of PET, the data obtained were processed in the Excel program using the ANOVA and TUKEY analysis of variance add-ons.

It was possible to determine that the more incorporation of PET the workability of the concrete decreases with 10% of PET it decreases 50% of its workability and with 20% it reduces 83%, it was possible to show that the effect of sulfate damage in the concrete is Through time, as well as showing different changes in the appearance of concrete, in which efflorescence can be seen in concrete cured to the freeze-thaw cycle, crystallization of salts subjected to sulfate curing, it was possible to determine that with only the addition of the PET to concrete tends to reduce its compressive strength regardless of its curing regime, reducing its strength by 27% after 56 days. Subjected to the freeze and thaw cycle with 10% and 20% of PET at 28 days it reduces its resistance by 14%, 35% of its resistance respectively, subjected to sulfates with the addition of 10% and 20% of PET at 56 days it reduces its resistance by 18 and 38% respectively.

Keywords: Concrete, Durability, Compression, PET Fiber, Workability

I. INTRODUCCIÓN.

La contaminación ambiental por desechos plástico hoy en día es uno de las dificultades que perturban de manera inmediata a nuestro planeta, incrementándose diariamente a gran escala, por lo cual es muy importante continuar con la concientización acerca de reducir la contaminación por estos desechos fomentando el reciclaje y el manejo adecuado de estos. vemos diversas noticias que plasman este problema. Según el portal (Ministerio del Ambiente, 2017). En el planeta se manejan 5 billones de bolsas por año, aproximadamente 10 millones de bolsas por minuto, se echan hasta 8 millones de toneladas de plástico en los océanos cada año.

En el Perú al transcurrir del tiempo, gran parte de la población ha transformado sus costumbres de consumo esto a causa del nacimiento de nuevas tecnologías, predominando el consumismo, ante todo. es por ello que, para satisfacer las necesidades existentes, las empresas tienen una producción desmedida de productos hechos de plástico sin tener conciencia ecológica. Según el portal (Ministerio del Ambiente, 2017). Manifiesta que el uso promedio de los plásticos en el Perú es de 30 kg por persona al año, se utilizan 3 millones de bolsas por año, casi 6 mil bolsas por minuto y estas tienen tiempo de degradación de 400 años.

Teniendo conciencia de este problema, el concreto es fundamental en el ámbito de la construcción, es por ello que con nuestra investigación queremos dar un buen uso a estos desechos utilizándolas para mejorar la durabilidad del concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$, como también contribuir al mejoramiento de los estudios del concreto y aportar conocimientos al sector de la construcción.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

Es de gran aporte hacia el desarrollo de esta investigación mencionar que en el país de la India se estudiaron las propiedades mecánicas y de fractura del concreto de cemento binario que contiene desechos de botellas de PET recicladas. La mezcla fue diseñada para producir un concreto de grado M50 (510kg/cm²). Se agregó desechos de botellas PET recicladas a cinco porcentajes designados de 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6% y 0.8%. Se utilizaron 66 especímenes en cubo, 99 cilíndricos y 66 prismáticos. Las dimensiones del material PET fueron de longitud de 50 mm y un ancho que varía entre 2 y 2,3 mm. Los resultados del ensayo a los 28 días muestran la crecida del aguante a la compresión del 5% (535.5 kg/cm²), el uso de desechos de botellas de PET recicladas mejoró significativamente la resistencia a la tracción, elástica y flexura de las muestras de concreto. Se encontró que el nivel óptimo de adición de desechos de botellas de PET recicladas era 0.4%. (T. Lisa y M. Syed, 2019).

Otra de las propiedades que interesa en esta investigación es la aguante del concreto a elevadas temperaturas es por ello que se tomó como antecedente el artículo de investigación desarrollado en Irán, el cual tiene como objetivo examinar el rendimiento de compresión del concreto que contiene chips de PET reciclado y fibras de acero después de experimentar altas temperaturas. Se utilizaron virutas de PET en las mezclas de concreto como agregado reciclado sustituyendo porcentajes de volumen de arena (0, 5 y 10%), se utilizaron un total de 108 muestras, divididas en 9 diseños de mezcla, cada grupo de especímenes de concreto se sometió a cuatro temperaturas: 25 (temperatura ambiente), 200, 400 y 600 °C (altas temperaturas). Las muestras sometidas a exposiciones de 200–600 °C, se precalentaron a 60 °C durante 24 h. Luego de los ensayos la resistencia de las muestras sin carga térmica varía de 35.5 a 67.6 MPa. Después de la exposición a 200 C disminuyó en un 18,6% (295.23kg/cm²), A 400 C pasó por una caída del 32,7% (244.10kg/cm²), A 600 C obtuvo una reducción del 60.9%(141.81kg/cm²). (N. Mahdi, S. Amir y F. Maziar, 2020).

Los agentes químicos agresivos es importante estudiar en esta investigación ya que es parte importante para saber el comportamiento del concreto antes estos agentes químicos. En el siguiente artículo de investigación desarrollado en Vietnam, se somete al material plástico a soluciones alcalinas para ver su comportamiento ante estos. Tiene como objetivo investigar la ingeniería potencial del Desecho de Botellas de PET Reciclado (RPET), el Desecho de Saco de Plástico Tejido Reciclado (RWS) y de Hormigón Agregado Reciclado (RAC) reforzado con fibra. Para los ensayos las botellas de PET se cortaron de longitudes que iban de 50 a 60mm, con anchos que variaban de 2 a 3.5 mm. Luego el tejido plástico (saco) se cortaron en longitudes que iban de 50 a 60 mm, estas se destejieron para formar fibras que varían de 2.5 a 3 mm de ancho. Las fibras de desecho de botella de PET y el desecho de saco de plástico tejido reciclado se sumergieron en soluciones alcalinas como: EL HIDRÓXIDO DE CALCIO ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) solución (pH = 12.30g/100ml) y solución de hidróxido de sodio (NaOH) (pH = 13g/100ml). Como resultado las pruebas de tracción en fibra de desecho de botellas de PET reciclado y Desecho de Saco de Plástico Tejido Reciclado antes de la inmersión en ambientes alcalinos arrojaron 121.96 Mpa para fibra desecho de botellas de PET reciclado, que fue sorprendentemente inferior a 256.44 Mpa para fibra Desecho de Saco de Plástico Tejido Reciclado. Los resultados experimentales indicaron que las fibras de botellas de PET reciclado y desecho de saco de plástico tejido reciclado presentan fortaleza a los ambientes alcalinos y no mostraron degradación detectable en el hormigón agregado reciclado a los 90 días. **(B. Ngoc, S. Tomoaki y T. Hiroshi, 2018).**

No solo se estudiarán los efectos mencionados líneas arriba sino también la influencia de las condiciones de curado, es por ello que se tomó un estudio realizado en Lisboa Portugal el cual tiene como objetivo estudiar el rendimiento relacionado con la durabilidad de varias mezclas de concreto que contienen agregados de desechos plásticos. Para este trabajo se trituraron desechos Botellas de PET de tamaños entre 2 y 11.2 mm y 1 y 4 mm, Los PPA se produjeron en tamaños de 1 a 4 mm, mediante la aplicación de un proceso térmico a partículas de botellas de PET trituradas. Se produjeron seis mezclas: un concreto de referencia (RC), una composición de concreto con una relación

de sustitución del agregado natural a un 7.5% por agregados gruesos plásticos (C7.5PC), dos mezclas de concreto con una relación de reemplazo del agregado natural a un 7.5% y 15% por plástico agregados de pellets (C7.5PP y C15PP), otras dos composiciones de concreto con una relación de reemplazo de reemplazo del agregado natural a un 7.5% y 15% por agregados finos plásticos (C7.5PF y C15PF). Estas mezclas se colocada en diferentes condiciones de curado: Ambiente al aire libre: TP (20 °C), HR (55%), ambiente de laboratorio: TP (22 °C), HR (46%) y cámara húmeda: TP (20 °C), HR (100%). Concluyó: disminuyó la resistencia a la compresión al aumentar el contenido de agregados de residuos plásticos seleccionados. Para C7.5PP, C15PP, C7.5PF, C15PF y C7.5PC, la resistencia a la compresión fue respectivamente 5.1%, 11.0%, 28.7%, 42.1% y 42.1% más bajo que el de concreto de referencia (RC). De acuerdo con los ensayos de penetración de iones de cloruro, muestra que la penetración de iones de cloruro fue mayor en especímenes de concretos curados en el ambiente de laboratorio, seguidos de los curados en el exterior y finalmente los de la cámara húmeda. **(Silva RV, Brito J. y S. Nabajyoti, 2012).**

Igualmente se utilizó un estudio realizado en Italia, el cual tiene como objetivo caracterizar las consecuencias de la naturaleza aglutinante, la proporción agua / cemento, las propiedades de la fibra R-PET sobre la respuesta mecánica de la fibra de tereftalato de polietileno (RPETFRC) curados al aire mediante el establecimiento de comparaciones extensas entre los resultados actuales y los de la literatura sobre mismos temas [1–3,25]. Un segundo objetivo es la caracterización de la durabilidad de la fibra de tereftalato de polietileno (RPETFRC) bajo curado prolongado del agua de mar, con el objetivo de obtener información útil sobre la resistencia de este material a un ambiente salino y ataques químicos de iones como cloruro, sodio, potasio, magnesio, calcio y sulfato. Concluyo que Con respecto al curado con agua de mar de RPETFRC, observamos que la inmersión prolongada de los materiales analizados en un área reservada del Puerto de Salerno (hasta 12 meses) condujo a modificaciones menores del aguante a compresión y la fortaleza a la primera grieta del material, como en comparación con la contraparte curada al aire. **(F. Fernando, S. Saverio y B. Valentino, 2014).**

No solo se utilizaron antecedentes internacionales, sino también se utilizaron estudios nacionales. Es de gran importancia mencionar que en la ciudad de Tarapoto se realizó una investigación del concreto con la incorporación de plástico reciclado PET, en el cual se investigara el aguante a compresión del concreto con adición de PET, las materias primas empleadas en la investigación son: aglutinante de alta resistencia Pacasmayo tipo 1, material grueso y finos. El PET se logró con el molimiento de botellas recicladas plásticas, con este material se crearon concretos con incorporaciones de 5,10 y15% de PET. Obtuvieron como resultado: el aguante a la aplastamiento del concreto sin incorporacion de PET luego de 28 días, logro una resistencia de 210kg/cm². Y con adición de PET a los porcentajes mencionados se obtuvieron las siguientes respuestas: 191kg/cm²(9.05% de reducción con respecto a la resistencia 210kg/cm²), 168.25kg/cm²(19.88% de reducción con respecto a la resistencia 210kg/cm²) y 151.31kg/cm²(27.95% de reducción con respecto a la resistencia 210kg/cm²). Concluyo a mayor proporción de PET a la mezcla reducirá su aguante a aplastamiento. A consecuencia de ello, el concreto con la incorporación de PET puede ser usado en elementos no estructurales, ya que se obtuvieron aguantes de compresión mayores 140kg/cm² y 175kg/cm². **(P. Jean, 2019).**

Asimismo, se utilizó una tesis desarrollada en la ciudad de Trujillo, el cual tiene como objetivo realizar la comparación de la influencia del PET en su resistencia y durabilidad del concreto reciclado y convencional. Elaborando mezcla para $f'c=210$ kg/cm² de concreto con material convencional y reciclado, realizando probetas de concreto de 10 x 20 cm de acuerdo al diseño de mezcla para cada una de las tandas de ensayo; así mismo el correcto desencofrado y curado del concreto convencional y concreto reciclado. se manejaron proporciones de sustitución de 1, 2 ,5 y 10%, las dos pruebas se estudiaron a períodos de 7,14, 21 y 2 días de sanado. Concluyendo que, la adición de PET en los dos concreto se pudo notar diferencias importantes en su comportamiento en su estado fresco como endurecido. Se determinó el porcentaje ideal y que aumento la resistencia es del 1% esto para el concreto convencional más PET. este también presenta mayor durabilidad a la abrasión. **(A. Yordy, 2019).**

Igualmente, se utilizó una tesis desarrollada en la ciudad de Chimbote, el cual se elabora concreto convencional de $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ adicionando material plástico reciclado triturado (PET). Para ello se utilizaron porcentajes de 0, 5, 10 y 15%. Concluyendo que, la incorporación del (PET) no incremento las propiedades físicas-mecánicas de un concreto convencional. La resistencia a 28 días de 183kg/cm^2 , 143.2kg/cm^2 , 120.42kg/cm^2 y 94.34kg/cm^2 para las dosificaciones de concreto con 0, 5, 10 y 15%. al 5% de PET la resistencia bajo en 21.42%, al 10% bajo en 34.25% y al 15% redujo en 48.49%. **(L. Michael y V. Edson, 2017).**

Del mismo modo se utilizó una tesis realizada en la ciudad de lima, el cual tiene como objetivo realizar una dosificación de concreto con fibras de PET reciclado para poder mejorar sus propiedades para la aplicación en lozas. El concreto estándar es de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ se usaron porcentajes de PET 0.5, 1, 1.5%, y se pudo ver que con la incorporación del 1.5% de pet el aguante a compresión se elevó a 380kg/cm^2 , a tracción de 34kg/cm^2 y a flexión de 50 kg/cm^2 . Se concluyó que, a mayor porcentaje de PET, la resistencia reduce en promedio de 3%, la tracción en un 5%, y a flexión aumenta un 4%. **(M. Ingrid,2018).**

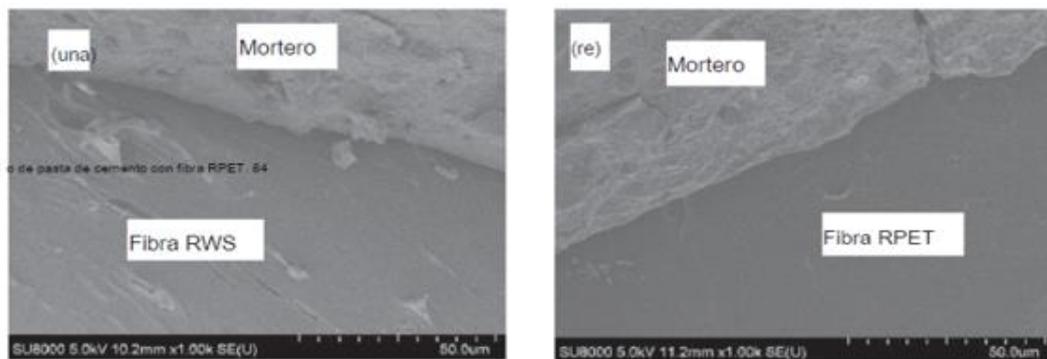
Por último, se tomó una tesis desarrollada en la ciudad de Chimbote el cual tiene como objetivo determinar cuál es la adición del PET molido en cuanto la consistencia, permeabilidad de líquidos y tenacidad a la presión en bloque de concreto, se realizaron la cantidad de 24 probetas las cuales tuvieron las proporciones de 5%, 10% y 15% para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Concluyo que ningún porcentaje le favorece a la durabilidad a la presión del concreto pues todos le bajan la durabilidad la presión considerablemente, con una adición de 5% tenemos una influencia de 12%, al 10% influye 19% y al 15 % un 26% menos en comparación con la muestra control. **(C. Mario, 2019).**

2.2. Durabilidad del concreto adicionado PET.

Según el ACI concreta que la durabilidad del concreto es la destreza de soportar la transformación química de la roca en el suelo, ataques químicos, abrasión, y cualquier proceso que produzca deterioro del concreto.

La **durabilidad con adición del material PET**. En los trabajos previos se demuestra que el material PET tiene un gran aguante a los ambientes alcalinos y la utilización en la mezcla de concreto ayudaría a mejorar su durabilidad ante agentes químicos externos. Los resultados experimentales indicaron que las fibras Desecho de Botellas de PET Reciclado (RPET) y Desecho de Saco de Plástico Tejido Reciclado (RWS) tienen un gran aguante a los ambientes alcalinos y no mostraron degradación detectable en Hormigón Agregado Reciclado (RAC) a los 90 días.

Imagen 01: Imágenes SEM. (microscopio electrónico de barrio)



Fuente: Artículo de investigación (B Ngoc, S. Tomoaki y T. Hiroshi, 2018)

En Las imágenes SEM mostraron que la superficie de las fibras Desecho de Botellas de PET Reciclado (RPET) y Desecho de Saco de Plástico Tejido Reciclado (RWS) no tenía signos detectables de deterioro o daño visible. El resultado anterior sugirió que la degradación de la fibra de PET en el ambiente alcalino del concreto es un proceso lento que demora 1 año. (N. Kien, T. Satomi, H. Takahashi, 2018).

El PET se identifica por tener un alto aguante respecto a su consistencia, encierro térmico y eléctrico, firmeza ante los ácidos, álcalis y disolventes.

En consecuencia, se estudiará el indicador de durabilidad del concreto **gradiente de temperatura**, esto se precisa como la diferencia de temperaturas entre el centro de una estructura causado por el calor de hidratación de la mezcla de concreto y su superficie afectada por la temperatura ambiente y otros factores

climáticos adicionales, es lo que se define como gradiente de temperatura y esto trae efectos adversos a la integridad de la mezcla de concreto. **(Tapia Luis, 2019).**

Las consecuencias causadas por el congelamiento y deshielo son uno de las vitales complicaciones de la durabilidad, esto lleva a un deterioro que puede ser causado por el aumento del H₂O del cemento, la extensión de algunas partículas los agregados finos y gruesos. El principio elemental del desperfecto puede ser asociada por el esparcimiento de volumen que sufre el agua al congelarse, el cemento reciente o nuevo se congela a temperaturas tempranas de 0°C, Temperaturas mayores a 32°C, vientos mayores a 32 km/h o humedades relativas menores a 55% pueden causar problemas de fisuración y disminución en la resistencia al desgaste. No hay mecanismo alguno que pueda resguardar el cemento joven del deterioro por congelamiento, alguno de los recursos prácticos es prevenir la pérdida de calor manipulando mayores contenidos de cemento, utilizando una relación a/c máximo de 0.45 y una resistencia mínima de 31Mpa(316.112kg/cm²). La resistencia no necesariamente es porque el concreto necesite resistir fuerzas de compresión de esa dimensión, sino que es por las fuerzas internas de los efectos expansión de los agregados. En consecuencia, se podría utilizar materiales con las propiedades de retención de calor y uno de estos materiales podría ser el PET ya que tiene la propiedad de aislamiento térmico y esto generaría que el concreto retenga el calor y no tienda a expandirse y a fisurarse y así evitar su deterioro.

Asimismo, se estudiará el **ataque químico agresivo por sulfatos**, esto se define como la brusquedad ambiental en base al sitio geográfico de las construcciones, las sustancias bruscas que más frecuente producen deterioro de las armaduras son los cloruros y el anhídrido; los cloruros se presentan en el agua de mar en ambientes marinos, estos se entran al concreto por los poros del mismo y producen rotura local de la capa pasivamente del acero. **(Pereperez y Barbera, 2013).**

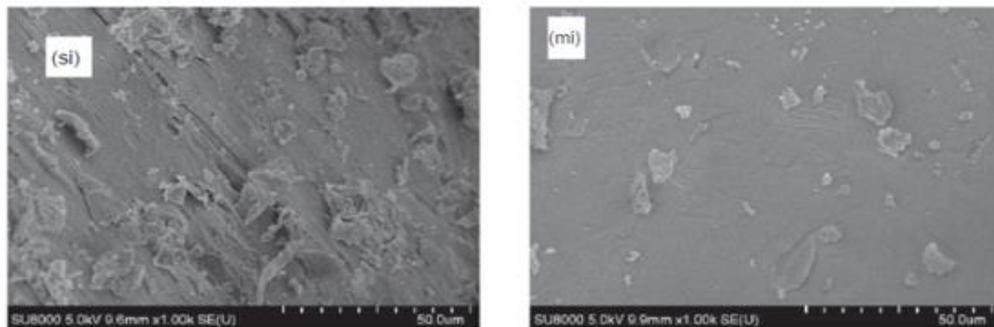
2.3. Resistencia del concreto adicionando PET.

La resistencia del concreto es la facultad de resistir cargas y esfuerzos,

comportándose sobresaliente en aplastamiento que, en tensión, esta depende de la densidad de la pasta de cemento (proporción a/c) ya que la pasta de cemento tiene altas propiedades adherentes.

La **resistencia del concreto con adición del material PET**. En los trabajos previos se remplazaron porcentajes de grava y arena por el material PET, esto mostraron un punto débil de la fibra Desecho de Botellas de PET Reciclado (RPET) y Desecho de Saco de Plástico Tejido Reciclado (RWS); no se adhirieron fuertemente a la pasta de cemento en el concreto por la superficie lisa y brillante de las fibras RWS y RPET que se generaron directamente a partir de botellas de PET y bolsas de plástico tejidas.

Imagen 02: Imágenes SEM (microscopio electrónico de barrido)



Fuente: Artículo de investigación (B Ngoc, S. Tomoaki y T. Hiroshi, 2018)

Como se observa la adición del PET como remplazo de agregados a la mezcla de concreto reduce la compresión resistente de esta, pero para efectos de nuestro estudio el concreto se diseñará para una resistencia específica y solo se utiliza el PET como un aditivo mas no se reemplazará ningún elemento que conforma el concreto. Esto porque queremos obtener un concreto que sea más durable a los efectos mencionados líneas arriba y no más resistente a los efectos de compresión.

Para obtener un concreto que sea resistente y durable depende de la calidad de la pasta y la proporción agua – cemento (a/c) de diseño. El ACI nos brinda unas tablas donde se puede seleccionar estos valores, este valor está referido a la cuantía de H₂O que actuó en la dosificación cuando el agregado en situación de saturado aparentemente seco. En este sentido la mezcla no aporta ni toma agua.

La proporción a/c efectiva se puntualiza a la cuantía de H₂O de la dosificación cuando se tiene en atención el estado real de saturación natural. Hay dos razonamientos por resistencia y durabilidad. **(Lector y Villarreal, 2017).**

Esto también depende de los agregados tanto como el fino que Deriva de la fragmentación natural o adulterado de las rocas. Para clasificarse como agregado fino, el material debe pasar en un 100% el tamiz 3/8" y permanecer retenida en la malla N°200. Como del grueso que Deriva de la fragmentación natural o adulterado de las rocas. Para clasificarse como agregado grueso, el material debe quedar retenido en un 100% en el tamiz N°4 o superior. De su calidad, de su pureza y de su resistencia especial a los ambientes contaminantes externos.

2.4. Adición de material reciclado tipo PET.

El tereftalato de polietileno (PET), es un ejemplar de plástico que se utiliza comúnmente para botellas, químicamente es un plástico, este se logra mediante una respuesta de policondensación entre el ácido Tereftálico y el etilenglicol, corresponde al conjunto de materia prima sintéticos nombrados poliésteres. **(Q. Laura, 2017).**

Para poder ver si este material puede ser utilizado en la mezcla de concreto se verán las principales propiedades que esta posee. **Propiedades térmicas.** Se identifica por tener una alta aguante en relación a su consistencia, encierro térmico y eléctrico, aguante a los ácidos, álcalis y disolventes. El PET se distingue por su gran ligereza y fortaleza a la compresión [...] **(R. Luis y korody, 2008).** **Propiedades físicas.** El PET nos presenta las siguientes propiedades físicas: Buena actuación ante esfuerzos permanentes, Alto aguante al deterioro, Buena capacidad de deslizamiento, Buena firmeza química y Buenas propiedades térmicas. Y por último tenemos a las **Propiedades Químicas.** las propiedades químicas importantes para esta investigación es la resistencia a los álcalis. Con esto se alcanza admitir, el PET tiene propiedades oportunas para ser utilizado como material alternativo en la elaboración del concreto. **(Angumba, 2016).** Por ello se utilizará como un aditivo para aumentar las propiedades de durabilidad del concreto.

Tabla 01: Propiedades de polietileno – tereftalato (PET)

PET	
Formula molecular	C ₁₀ H ₈ O ₄
Densidad amorfa	1,370 g/cm ³
Densidad diamantina	1,455 g/cm ³
Modulo de Young (E)	2800-3100 Mpa
Presion	55-75 Mpa
Limite elastico	50-150%

Fuente: Plásticos Mecanizables, IMC 2010

Tabla 02: Propiedades de polietileno – tereftalato (PET)

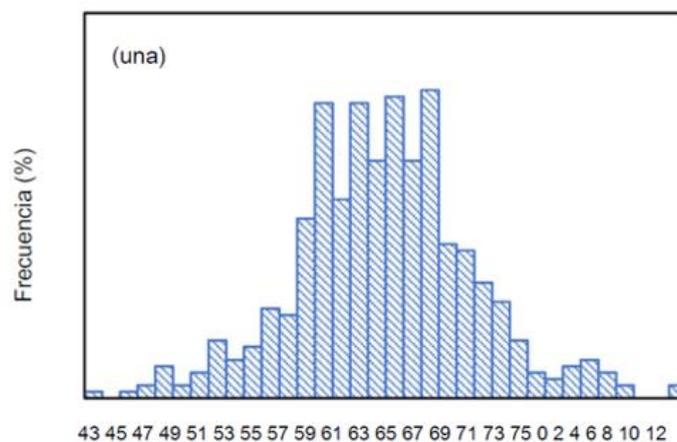
DATOS TÉCNICOS DEL POLIETILENO – TEREFTALATO (PET)		
PROPIEDADES MECÁNICAS		
Peso Especifico	Gr/cm ³	139
Resistencia a la tracción (fluencia / rotula)	Kg/cm ²	900
Resistencia a la flexión	Kg/cm ²	1450
Alargamiento a la rotula	%	15
Módulo de elasticidad (tracción)	Kg/cm ²	37000
Resistencia al desgaste por roce	Muy buena	
PROPIEDADES TÉRMICAS		
Temperatura de fusión	°C	255
Aislamiento térmico	buena	
Conductividad térmico	Bajo	
Temperatura de deformabilidad por calor	°C	170
Temperatura de ablandamiento de vicat	°C	175
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100° C	Mm por °C	0.00008
PROPIEDADES ELÉCTRICAS		
Absorción de humedad	%	0.25
PROPIEDADES QUÍMICAS		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente	Bueno	
Resistencia a ácidos a Temperatura Ambiente	Bueno	
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad	
Propagación de llama	Mantiene la llama	
Comportamiento al quemado	Gatea	

Fuente; plásticos Mecanizables. IMC 2010

Dimensiones y cantidad del PET.

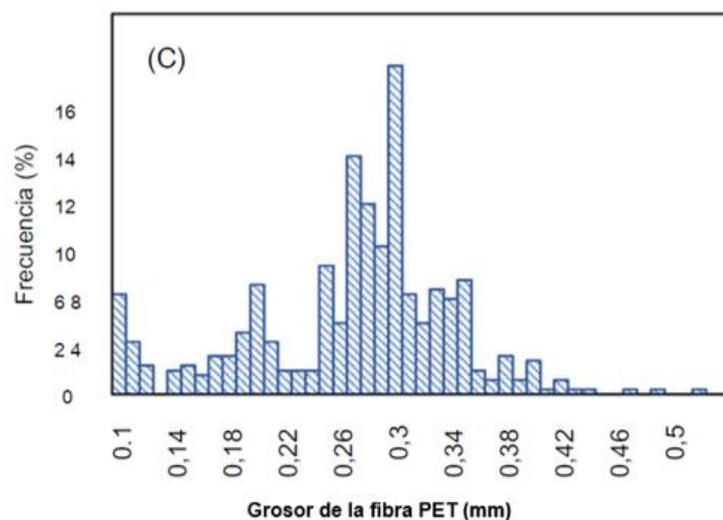
Los diseños de mezcla se elaborarán, siguiendo los resultados encontrados en los antecedentes utilizados para esta investigación, de las cuales el material PET tuvo diferentes dimensiones tanto en longitud, ancho y grosor. En la siguiente imagen extraída de los antecedentes utilizados en esta investigación se detalla la frecuencia en la utilización de las dimensiones de la fibra PET.

Imagen 03: Frecuencia de longitud utilizadas en diferentes investigaciones.



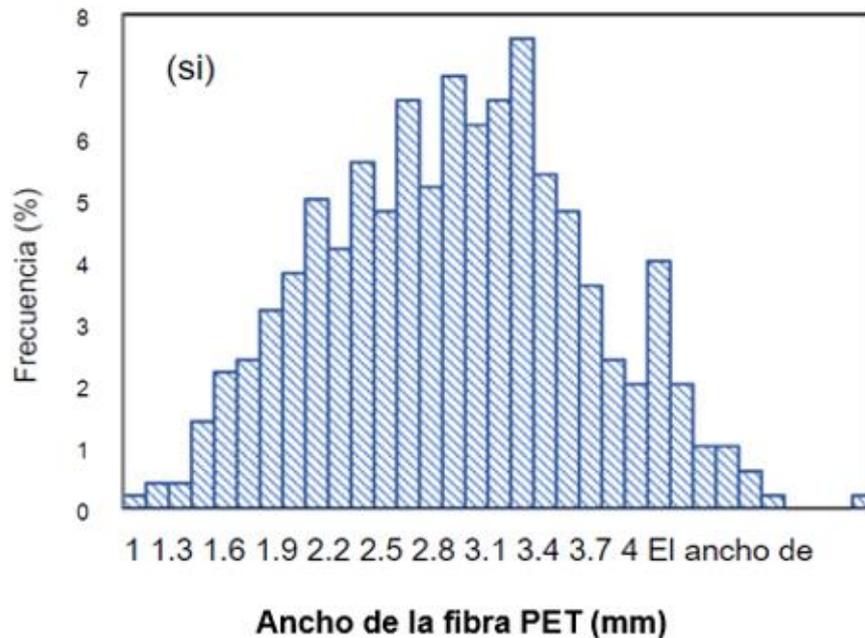
Fuente: Artículo de investigación (B. Ngoc, S. Tomoaki y T. Hiroshi, 2018)

Imagen 04: Frecuencia de grosor utilizadas en diferentes investigaciones.



Fuente: Artículo de investigación (B Ngoc, S. Tomoaki y T. Hiroshi, 2018)

Imagen 05: Frecuencia de ancho utilizadas en diferentes investigaciones.



Por esta razón se utilizarán las siguientes dimensiones: longitud: 69 mm, ancho: 3.4mm y grosor: 0.3mm. Los cuales se adicionan en diferentes porcentajes de PET a la mezcla, siendo estos resultados muy variables estos pueden ser de mejora al concreto como también perjudicial. Es por ello que para esta investigación se estará adicionando el material reciclado tipo tereftalato de polietileno (PET) en un 10%, 20% en relación al volumen del cemento para estudiar la durabilidad del concreto con la adición del material PET.

2.5. Formulación del problema.

Como se puede observar en los antecedentes utilizados en esta investigación, se obtienen datos favorables del efecto de la adición del material PET a la mezcla de concreto. En los trabajos previos se demuestra que el material PET tiene una alta resistencia a los ambientes alcalinos y la utilización en la mezcla de concreto ayudaría a mejorar su durabilidad ante agentes químicos externos, junto con beneficios ambientales. Es por ello que se plantean los siguientes problemas general (PG) y específicos (PE).

PG.: ¿Al incorporar el material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ podemos mejorar la durabilidad y resistencia del concreto?

PE.1: ¿Cómo se comportaría el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al incorporar material reciclado tipo PET ante los cambios bruscos de temperatura?

PE.2: ¿Un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de material reciclado tipo PET cuál sería su comportamiento ante el ataque de sulfatos?

PE.3: ¿Cuáles serían las dimensiones y cantidad optima a adicionar del material reciclado tipo PET para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$?

2.6. Justificación del estudio.

Como Justificación teórica este proyecto se realiza con el fin de ampliar los conocimientos de la tecnología del concreto utilizando materiales reciclados (PET), para el análisis de la durabilidad del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando material reciclado tipo PET, aplicando métodos existentes para el análisis en laboratorio según los estándares establecidos por la norma ASTM. Además, como justificación practica este proyecto de investigación va a permitir elaborar concretos de mejor durabilidad a bajo costo y sobre todo más ecológicas, ya que este material de reciclaje es abundante en todo el planeta. Asimismo, como Justificación social este trabajo tiene como finalidad contribuir con la mejora del medio ambiente, Ya que se utilizarán materiales reciclados para nuestro estudio buscando la mejora de la durabilidad del concreto, aportando beneficios al sector de la construcción.

2.7. HIPÓTESIS.

En los trabajos previos tomados para el desarrollo de esta investigación, se ha demostrado que la fibra de botella de PET de residuos reciclados tiene el potencial de incorporarse a una mezcla de cemento de cemento binario debido a su alta densidad y tensión de humectación. Se deben realizar estudios para mejorar su durabilidad y rendimiento al hormigón con adición de fibras de botella PET. Esto desempeñará un papel importante en la mitigación del daño al medio ambiente y al clima. (T. Lisa y M. Syed, 2019).

Es por ello que se planteó la siguiente hipótesis general (HG):

HG: La adición del material reciclado tipo PET mejora la durabilidad y resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Asimismo, Como hipótesis específicas (HE):

HE1: La incorporación de material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ le da un buen comportamiento ante los cambios bruscos de temperatura;

HE2: La adición del material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejora su comportamiento ante el ataque de sulfatos;

HE3: La adición del material reciclado tipo PET en un 10,20% en relación al volumen del cemento mejoran la durabilidad y resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

2.8. OBJETIVOS.

El plástico es un material abundante hoy en día y tarda muchos años en biodegradarse, se caracteriza por una alta resistencia respecto a los ácidos, álcalis y disolventes, estas propiedades serían favorables para incorporar al concreto ya que buscamos un concreto más durable que el convencional. Es por ello que plantean los siguientes objetivos.

Como objetivo general (OG).

OG: Analizar como varia la durabilidad y la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ cuando se le adiciona material reciclado tipo PET (tereftalato de polietileno).

Asimismo, se tienen los siguientes Objetivos específicos (OE).

OE1: Observar el comportamiento del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al incorporar material reciclado tipo PET ante los cambios bruscos de temperatura.

OE2: Estudiar el comportamiento del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de material reciclado tipo PET ante el ataque de sulfatos.

OE3: Comparar la dimensión y cantidad optima a adicionar del material reciclado tipo PET para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación.

Enfoque: cuantitativo.

Es sucesiva y comprobante. Cada fase está ligada, es riguroso y no se permite omitir pasos, pero se consigue redefinir alguna fase. Esta nace de un pensamiento a la que se acota, delimita, se proponen objetivos y cuestiones de exploración, se estudian bibliografías y se realiza un marco teórico. (Hernández 2014, p. 4).

La investigación es cuantitativa, ya que, implica el uso de herramientas estadísticas, informáticas y matemáticas para obtener resultados. se utilizan los experimentos, estos vienen a ser los ensayos de laboratorio, Para a si probar teorías.

Nivel: investigación explicativa.

Está encaminada a revelar por los orígenes de los sucesos y fenómenos físicos y sociales. Está orientada a explicar el porqué de un fenómeno y como este se manifiesta, o porque influye en las variables. (Hernández 2014, p. 98).

En la investigación se explicará las fases de desarrollo, los sucesos ocurridos durante fases de desarrollo, como el efecto que tiene la variable independiente en la variable dependiente y las condiciones en la que se manifiesta, y por último se procederá a la comunicación de los resultados.

Diseño metodológico: Pre-Experimental.

Diseño de un solo grupo cuyo nivel de vigilancia es pequeña, habitualmente es ventajoso como una principal proximidad al problema de averiguación de la realidad. Valen como estudios de prueba, pero sus resultados deben estar a la mira con cautela. (Hernández, 2014).

La exploración es de tipo pre-experimental debido a que solo se efectuará una pre-prueba de estudio exploratorio, ya que permitirá el control, la manipulación y la observación las variables. Esto servirá como un primer acercamiento a la realidad de la investigación.

Tipo de investigación: Aplicada.

Le preocupa la atención inmediata sobre una realidad concreta. Con ella se conoce la realidad social, económica, política y cultural, y se plantean salidas concretas, reales, viables y necesarias a los problemas determinados. (Valderrama Mendoza).

Esta investigación tiene como finalidad de resolver problemas prácticos inmediatos, siguiendo puntualmente tres fases de desarrollo las cuales son: planeación, ejecución y comunicación de datos

Además, por la manera como se va a intervenir a las variables de estudio será de corte transversal, puesto que, la recolección de datos se ejecutará en un solo período. Su finalidad es detallar, analizar y ver la ocurrencia e interrelación de las variables.

Método de la investigación: Científica.

Conjunto de procesos racionales y metódicos enfocados a la solución de un problema, para así demostrar la verdad de un conocimiento. Estos procesos involucran la utilización de técnicas e instrumentos, que deben ser válidos y confiables según al tipo de investigación que se realiza. (Valderrama Mendoza).

En nuestra investigación se utiliza el método científico ya que es un método universal que ayuda a entender fenómenos naturales con la aplicación de procedimientos racionales y sistemáticos. Se utilizarán técnicas e herramientas de recaudación de datos para obtener resultados de forma muy precisa.

3.2. Variables, Operacionalización.

Variables Independientes.

- Adición del material reciclado tipo PET.

Dimensiones.

- Propiedades físicas. (longitud, ancho, espesor, densidad)
- Propiedades mecánicas. (resistencia a la tracción kg/cm²)
- Propiedades químicas. (resistencia a la corrosión)

- Cantidad. (Adición en un 10%, 20% en relación al volumen del Cemento)

Variable Dependiente.

Durabilidad del concreto.

Dimensiones.

- Gradiente de temperatura. (temperaturas °C).
- Ataque químico por sulfato. (partes por millón de sulfatos (ppm)).

Resistencia del concreto.

Dimensiones.

- Resistencia a la compresión (kg/cm²)

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población.

Es desconocida, conformada por concreto con la adición de PET reciclado. a partir de ello se estimará una muestra para posteriormente ejecutar los ensayos de laboratorio.

Muestra.

Para establecer el tamaño de la muestra se utiliza la siguiente formula, para cantidades infinitas o desconocidas:

$$n = \frac{Z_0^2 \times p \times q}{i^2}$$

Dónde:

n = Muestra

Z₀= Nivel de confianza (valor correspondiente a la distribución de gauss)

p = Proporción de aciertos (prevalencia esperada del parámetro a evaluar)

q = Proporción de errores

i = Margen de error

Para encontrar el tamaño de muestra, se consideraron los siguientes valores: rigiéndonos a lo estudiado por el Profesor: Dr. Ernesto Bolaños Rodríguez, el cual cita para la toma de los valores líneas abajo mencionados a (**Murray y Larry, 2005**).

n = Muestra

$Z_0 = 1.96$ según Vélez (2001)

p = 0.5

q = 0.5

i = 0.15

Entonces se obtuvo:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.15^2} = 42.68$$

n = 43

El valor obtenido para el tamaño de la muestra fue de 43, es por ello que se realizaron 43 probetas cilíndricas para cada porcentaje y ensayo de pruebas de laboratorio. En total se tendrá 192 probetas de concreto las cuales se puntualizan en la sucesiva tabla.

Tabla 03: Cantidad de Probetas de Concreto

Ensayo de Compresion por Gradiente de Temperatura				
Edad (días)	Adidicion de PET			TOTAL
	Concreto Patron	10%	20%	
14	4	10	10	24
28	4	34	34	72
total	8	44	44	96
Ensayo de PH y Compresion por Ataque a Sulfatos				
28	4	22	22	48
56	4	22	22	48
total	8	44	44	96
TOTAL				192

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa la cantidad de probetas es grande por ello se tomará en cuenta el criterio dado en la norma técnica peruana E.060. La cual nos dice que se puede utilizar un mínimo de 15 probetas y como máximo 30 probetas. Es por ello y pero

ser nuestra investigación pre-experimental se tomara en cuenta lo mencionado en la norma y se trabajar con 15 probetas para cada porcentaje de PET en la mezcla contando con un total de 104 probetas de concreto. La distribución y cantidad de probetas de concreto se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 04: Cantidad de Probetas de Concreto

Concreto en Curado en Agua Potable				
Edad (días)	Sin Adición de PET			TOTAL
7	3			3
14	3			3
28	3			3
56	3			3
Total	12			12
Ensayo de Compresión por Gradiente de Temperatura				
Edad (días)	Adición de PET			TOTAL
	Concreto Patron	10%	20%	
7	3	5	5	13
14	3	5	5	13
28	3	5	5	13
Total	9	15	15	39
Ensayo de Compresión por Ataque a Sulfato				
7	3	5	5	13
14	3	5	5	13
28	3	5	5	13
56	3	5	5	13
Total	12	20	20	52
TOTAL				103

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Técnica: la técnica que se utilizara en la investigación es la de la observación.

Herramientas de recaudación de datos:

Ficha de registros de datos.

Maquinas a compresión, tamices, balanzas, hornos, etc.

3.5. Procedimientos.

La esencia de la investigación es analizar como varia la durabilidad del concreto con la adición del material reciclado tipo PET. Se trabajará en el laboratorio para conseguir resultados claros con la ayudada de métodos y procesadores de datos, y así realizar cuadros detallando los resultados logrados en las pruebas de laboratorio. Para el desarrollo de la investigación se seguirán los siguientes procedimientos:

Imagen 06: Procedimiento del proyecto.



Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 07: Primera fase detalle de los procesos del proyecto.



Fuente: Elaboración Propia.

PRIMERA FASE: En esta primera fase se procederá a la obtención del material reciclado tipo PET, este se lava y se limpia de cualquier impureza, luego de ello se procede al cortado manual de fibra de longitud 69mm, ancho 3.4mm, y un grosor de 0.3mm. esta muestra se seca y se reserva en un lugar limpio y seco (ver anexo 17). Luego se procede a la **Obtención de las muestras representativas en laboratorio para ello se utilizará la técnica del cuarteo,**

para ello se ubica la ejemplar en una zona resiste, higieniza y plana impidiendo perdida de muestra o la agregación de cualquier sustancia extraña. La muestra se mezcla hasta constituir una especie de cono, se repite este ejercicio cuatro períodos. Luego se iguala y se extiende la muestra hasta formar una base circular y dándole un diámetro parejo este diámetro debe ser aproximadamente cuatro a ocho veces el espesor esto se logrará presionando con la cuchara de la pala.

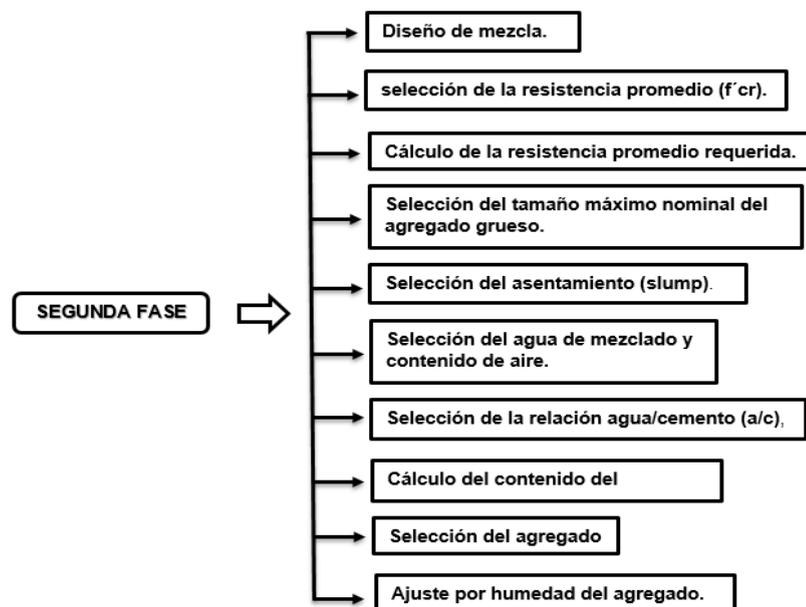
Luego se separa la muestra en cuatro partes equivalentes, de ellas se separan dos de las cruzadas opuestas, se incluye el material fino. Lo escogido se vuelve a mezclar y se realiza la misma maniobra hasta obtener la muestra necesaria (anexo 12). Luego se obtiene el **Peso unitario de los agregados**, para la obtención de peso unitario seco se llena un recipiente con una pala hasta se derrame del recipiente. El material restante se aplana hasta quedar al nivel del recipiente, se pesa el recipiente más la muestra, este proceso se realiza tres veces (anexo. Asimismo, el **Peso unitario varillado** se llena el depósito con el material en tres mantos, cada manto se apisona con 25 golpes con una barra de extremo semiesférico, esto se repite en cada capa, al llegar a la última capa se llena el depósito hasta rebalsarlo y se procede a apisonar nuevamente, luego de ello se procede a emparejar el recipiente para luego determinar el peso unitario varillado. Luego de ello, se procede al **Análisis granulométrico** se selecciona una sucesión de tamices de diámetros apropiados, se encajan los tamices de forma decreciente, se coloca la ejemplar sobre el tamiz con mayor diámetro y se procede al cernido de manera manual o mecánico. Luego se establece el peso del ejemplar retenido en cada tamiz.

Se procede a obtener el **Peso específico y la absorción del agregado fino**, en esta etapa se escoge aproximadamente 1kg de material, este material se seca rápidamente se instala en un recipiente y se reviste con agua esto se deja descansar por 24 horas. Transcurrido el tiempo se elimina el agua, la muestra se extiende sobre un plano con aire tibio y mueve para su secado. Luego se coloca en un molde cónico y se golpea por 25 veces, se retira el cono, si el material mantiene la forma cónica se pasa a más tiempo de secado y si el material se extiende quiere decir que la muestra está seca. Luego 500g de la muestra se

pone en un frasco y se llega con agua, se sacude el frasco para separar las burbujas, luego se llega el frasco y se pesa. En seguida se retira el agregado del frasco, se coloca en el horno, luego se enfría a clima ambiente por media a una hora y se determina el peso.

Luego se obtiene el **Peso específico y la absorción del agregado grueso**, se mezcla y se extrae una cantidad necesaria. Esta muestra se lava para sacar el polvo y luego se seca, luego se coloca en H₂O por 24 horas, después se remueve el agua y se seca la muestra. Después se procede a pesar y se instala en seguida la muestra en la canastilla de alambre y se establece su peso en agua, luego de ello se seca la muestra y se deja reposar a temperatura ambiente y finalmente se pesa la muestra y se procede a encontrar los resultados del peso específico y de la absorción. También se obtiene el **Contenido de humedad**, se coloca el espécimen en una tara, se pesa la tara, del material húmedo utilizando una balanza y se registra su valor, luego este material se coloca en el horno y se seca hasta alcanzar las condiciones adecuadas para el ensayo, se procede al pesado utilizando la misma balanza y se registra el valor. (ver anexos 12 al 16).

Imagen 08: Segunda fase detalle de los procesos del proyecto.



Fuente: Elaboración Propia.

SEGUNDA FASE: Se efectuará el **Diseño de mezcla** (ver numeral 4.6 pag.36), por el método ACI. Como primer paso en el diseño de mezcla es la determinación del tipo de cemento esto está referido al a la exposición a sulfatos de la mezcla, luego se establece el aguante a compresión promedio (f'_{cr}), esto quiere decir que la mezcla debe ser diseñada con una resistencia mayor a la requerida, luego se determina el coeficiente de variación cuyo valor está relacionado a los grados de control que se tiene en la mezcla. Después de obtener dicho valor se procede a determinar la resistencia promedio específica, la cual se obtiene con la multiplicación del f'_{cr} por el coeficiente de variación. Después se da selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso, esto se logra con la granulometría del agregado grueso.

Luego se procede a la selección del asentamiento (slump). Este valor es de acuerdo a la consistencia que se requiere tener en la mezcla, el siguiente paso es la elección del volumen unitario de agua y comprendido de aire atrapado. Esta permite escoger el volumen unitario de agua para añadir al concreto en estado seco con o sin aire incorporado. Luego de ello se procede a la elección de la relación agua/cemento (a/c), hay dos razones por resistencia y por durabilidad. Luego se procede a obtener el factor cemento, el cual se obtiene con la división del volumen unitario de agua entre la relación a/c . Una vez obtenido el valor se procede a calcular el contenido de agregado grueso, esto está en función al módulo de finura del agregado fino, luego se determina los volúmenes absolutos, esto se obtiene con la división del peso de los agregados entre sus pesos específicos. Luego se calcula el contenido de agregado fino, y se obtiene los valores de diseño, luego de ello se procede a la corrección por humedad del agregado.

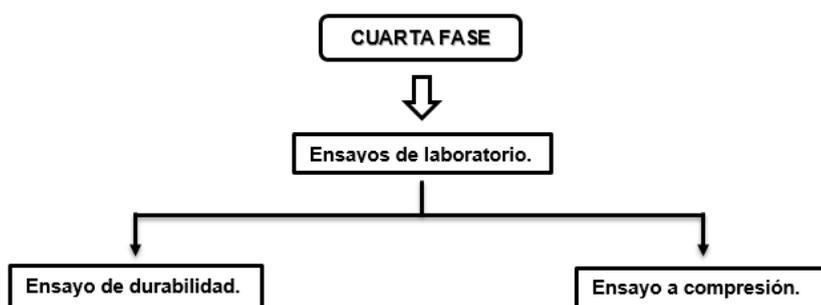
Imagen 09: Tercera fase detalle de los procesos del proyecto.



Fuente: Elaboración Propia.

TERCERA FASE: En esta tercera fase se realizará la **elaboración de la mezcla de concreto adicionando el material reciclado tipo PET**. Luego de ello se procede a la **preparación de las muestras de concreto**, para este proceso se manejarán moldes de concreto de diámetro 15cm y una altura de 30cm; varillas compactadoras; martillo; depósitos para muestreo y mezcla. Luego de ello se procede al vaciado del concreto en el prototipo. Luego de ello se procede al acabado esto debe tener la manipulación mínima de manera el borde quede plano y parejo. Luego se procede al sanado de los ejemplares de concreto. Los ejemplares deben ser movidas de su molde en un tiempo no menor a 20 horas ni mayor a 48 horas después de su producción. (anexos 18-19-22).

Imagen 10: Cuarta fase detalle de los procesos del proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

CUARTA FASE: En esta fase se desarrollarán los ensayos de durabilidad del concreto.

Como primer paso se realizan los **ensayos de congelamiento y deshielo (ASTM C666)**. Dos días antes se prepara el congelador industrial que se utilizara para la prueba, esta tiene que estar a menos 18 grados. Se retiran los especímenes del curado, se pesan, se toma la temperatura y las medidas, luego se sumergen en un recipiente con agua esta tiene que cubrir con un tirante de dos centímetros por encima de los especímenes, luego se introduce al congelador por cuatro horas, transcurrido el tiempo las muestras se retiran del congelador y se proceden a la toma de temperatura, se tomaran de nuevo sus mediadas y su peso, esto se datos se anotan como el ciclo uno del ensayo. Luego de esto se vuelven a introducir al recipiente con agua y se toma la temperatura, se introduce al congelador nuevamente por 4 horas, Esto se repite 15 ciclos. Si en caso en algún ciclo el agua presenta hielo se retira y se vuelve a llenar de agua, luego de cumplir los 15 ciclos se procede a los ensayos de flexión y compresión de las muestras para conocer el efecto que tuvo el congelamiento en su durabilidad. (ver anexos 25-26-27)

Luego de ello se procede al **ensayo de durabilidad por sulfatos**. Para este ensayo se utilizará la mezcla de sulfato de sodio la cual es una de las formaciones más comunes. La norma E060 dice que para cada concentración de sulfato hay una manera de tratarla. En este ensayo se tomará la exposición del concreto a sulfatos severa. Para ello esta normal nos dice que se tendrá una concentración de sulfatos que varía desde 1500 a 10000 ppm, esto quiere decir que la concentración será de 10 gramos por cada litro de agua. Esta concentración se dejará en un recipiente por 24 horas antes de realizar el ensayo. A probetas se le se tomarán medidas tales como peso, y sus dimensione, luego se sumergirán en esta solución, la probeta debe quedar totalmente cubierta por la solución. Se las pruebas se harán para edades 7, 14, 28 y 56 días. Después de este tiempo se sacan de la solución, se seca la muestra en el horno y se toman datos. (ver anexo 22-23-24).

3.6. Métodos de Análisis de Datos.

Para el estudio de datos se utilizará el software Microsoft Excel 2013 en el cual se elaborarán Tablas y gráficos para la comparación de los datos logrados en el laboratorio; para la verificación de la hipótesis se utilizará el estudio de la varianza ANOVA el cual permite hacer el comparativo de la muestra patrón con las muestras con la incorporación del 10 y 20% de PET.

3.7. Aspectos Éticos.

En el actual proyecto de exploración se trabaja de manera transparente para obtener datos confiables para ello nos presidimos al procedimiento ACI y a las políticas peruanas las serán respaldadas por el laboratorio donde se ejecutarán los ensayos.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de los agregados.

Para la realización de los análisis de los agregados como primer paso se ejecutó el análisis granulométrico del agregado fino y grueso, esto para ver si en material utilizado cumple los rangos establecidos por la norma ASTM C33, de los porcentajes pasantes de cada material por las diferentes aberturas. Una vez aceptado nuestro material se procedió a la realización de los diferentes ensayos.

Análisis granulométrico del agregado grueso y fino

Para realizar el ensayo de la granulometría se utilizó 666.50g del agregado fino obtenida de la cantera Trapiche, para este ensayo se utilizaron los tamices estipulados en la norma técnica peruana. En seguida, se brinda la tabla 8 con los datos obtenidos.

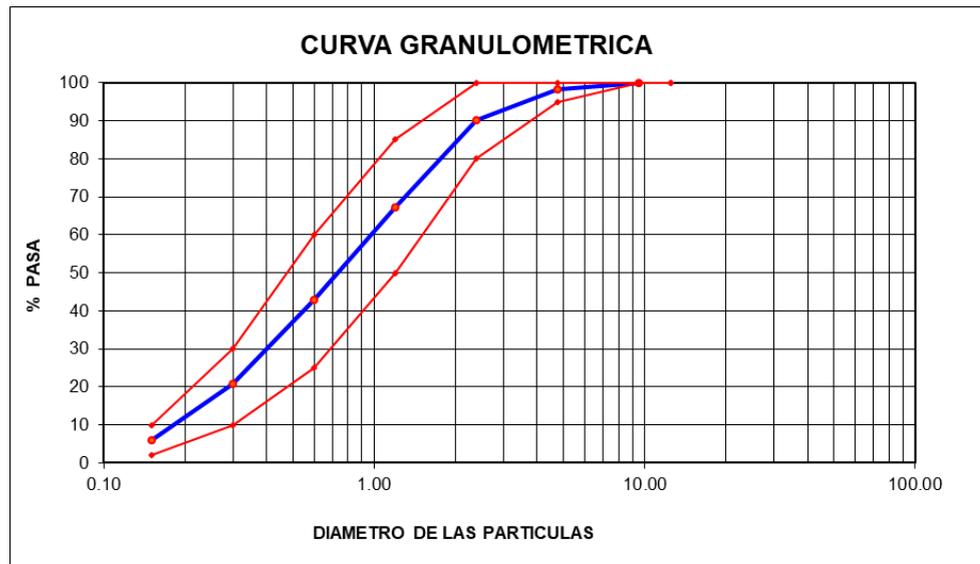
Tabla 05: Porcentajes acumulados agregado fino

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50					
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	10.9	1.6	1.6	98.4	100 - 95
Nº8	2.38	54.5	8.2	9.8	90.2	100 - 80
Nº 16	1.19	153.0	23.0	32.8	67.2	85 - 50
Nº 30	0.60	162.7	24.4	57.2	42.8	60 - 25
Nº 50	0.30	145.9	21.9	79.1	20.9	30 - 10
Nº 100	0.15	99.4	14.9	94.0	6.0	10 - 2
FONDO		40.1	6.0	100.0	0.0	0 - 0
	TOTAL:	666.5	100			

Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvieron los datos del módulo de finura y tamaño máximo nominal del agregado mediante el cálculo del porcentaje retenido acumulado, cuyo módulo de finura obtenido es de 2.75, de tamaño máximo Nº4 y con tamaño máximo nomina N°8.

Gráfico 01: Curva granulométrica agregado fino.



Fuente: Elaboración Propia.

Como se logra observar en el gráfico, el material cumple los estándares establecidos en la Norma ASTM.

Luego de ello, se procedió a realizar el tamizado del agregado grueso. Se utilizó una muestra de 11379g del agregado de la cantera trapiche, el tamizado se realizó según la norma técnica peruana. A continuación, se muestra la tabla de los datos logrados.

Tabla 06: Porcentajes acumulados agregado grueso.

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	Huso 5
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1"	24.50	555.0	4.9	4.9	95.1	90 - 100
3/4"	19.05	6,421.0	56.4	61.3	38.7	20 - 55
1/2"	12.50	3,837.0	33.7	95.0	5.0	0 - 10
3/8"	9.53	248.0	2.2	97.2	2.8	0 - 5
Nº 4	4.76	165.0	1.5	98.7	1.3	
Nº 8	2.38	123.0	1.1	99.8	0.2	
FONDO		30.0	0.3			
	TOTAL:	11379.0	100			

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos logrados en el análisis, se obtuvo un módulo de finura de 7.66, tamaño máximo de 1 1/2" y tamaño máximo nominal de 1". Por el porcentaje del 100% pasante la malla 1 1/2" el agregado obtiene el huso 5. Esta clasificación depende del porcentaje que pasa por los tamices normalizados. Como se muestra en la tabla 10.

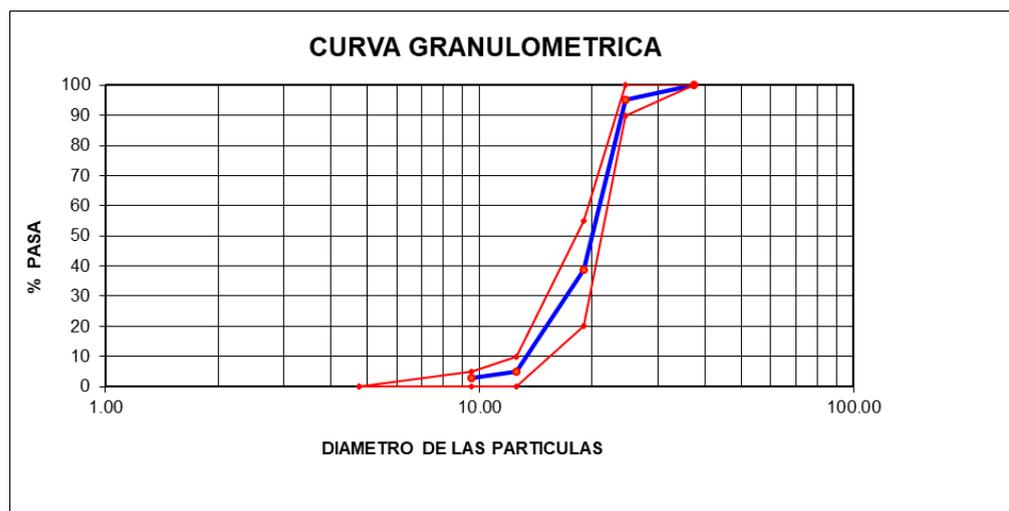
Tabla 07: Porcentajes acumulados agregado grueso.

HUSO	TAMAÑO MAXIMO MONIMAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS									
		50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 1/2 in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: Concretos Supermix.

Según el portal de concretos supermix los husos también dependen de las dimensiones de encofrado y concentración de acero de refuerzo del elemento que se va a vaciar.

Gráfico 02: Curva granulométrica agregado grueso.



Fuente: Elaboración Propia.

Cómo se logra observar en el gráfico, el material cumple los estándares establecidos en la Norma ASTM.

4.2. Contenido de Humedad.

Para la prueba de contenido de humedad se trabajó con dos muestras de material de agregado grueso y fino extraídas de la cantera trapiche, para conseguir una cuantía aproximada del contenido de humedad.

Para este ensayo se siguió el procedimiento de la norma ASTM D2216 / NTP 339.127. donde se pesaron las muestras con todo y recipiente y codificando cada una de ellas, estas muestras se colocaron en un horno a una temperatura de 105 C° +/- 5 C° en tiempo de 18 a 24 horas, con ello permitió obtener datos de la muestra seca que se muestran en las tablas N°11 – N°12.

Tabla 08: Contenido de humedad agregado fino.

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 / NTP 339.127 (%)			
DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	PROMEDIO
TARRO N°	1	1	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	810.4	808.8	----
PESO DEL TARRO + SUELO SECO (g)	794.6	793.1	----
PESO DEL TARRO (g)	128.1	129.1	----
PESO DEL AGUA (g)	15.8	15.7	----
PESO DE SUELO SECO (g)	666.5	664.0	
CONTE. DE HUMEDAD (g)	2.4	2.4	2.37

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 09: Contenido de humedad agregado grueso.

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 / NTP 339.127 (%)			
DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	PROMEDIO
TARRO N°	2	2	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	12,023.0	12,022.3	----
PESO DEL TARRO + SUELO SECO (g)	12,000.0	11,997.5	----
PESO DEL TARRO (g)	621.0	621.0	----
PESO DEL AGUA (g)	23.0	24.8	----
PESO DE SUELO SECO (g)	11,977.0	11,972.7	
CONTE. DE HUMEDAD (g)	0.2	0.2	0.20

Fuente: Elaboración Propia.

Como se logra observar en las tablas se logra obtener como comprendido de humedad promedio del agregado fino 2.37% y del agregado grueso 0.20%.

4.3. Peso específico y absorción del agregado grueso.

Para la selección de la muestra se realizó la técnica del cuarteo, las cuales se lavaron para eliminar las impurezas se obtuvo así dos pesos de 1537.1 y 1545.0 gramos, estas fueron colocadas en un depósito con agua durante 24 horas, inmediatamente de ello se procede a sacar la muestra y secar levemente la muestra con una franela y posteriormente pesarla. Luego de ello la muestra es sumergida en una canastilla para ser sumergida para con ello obtener su peso del material dentro del agua del material saturado, por último, la muestra se pone en el horno a temperatura de 100° a 110° para luego ser pesada, logrando así los siguientes datos:

Tabla 10: Peso específico y absorción del agregado grueso.

Material : Piedra chancada

MUESTRANº		M - 1	M - 2
1	Peso Seco depues del horno A gr	1528.4	1536.3
2	Peso de la Muestra S.S.S. B gr	1537.1	1545.0
3	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla C gr	1004.5	1012.4
4	Volumen de la Masa gr	523.9	523.9
5	Peso Especifico de la Muestra S.S.S. gr	2.92	2.93
6	Peso Especifico de la Muestra gr	2.87	2.88
	Peso Especifico de la Muestra gr/cc	2.87	2.88
7	% DE ABSORCION	0.57	0.57
PROMEDIO		2.88	

Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvo como peso específico de la masa promedio de 2.88 gr/cm³ y una absorción del 0.57%.

4.4. Peso específico y absorción del agregado fino.

Para la realización de este ensayo primero se procedió a mezclar el agregado fino para que el material sea uniforme, el material que se utilizó es el pasante del tamiz N°4, se utilizó una muestra de 500gr, esta muestra se llevó al horno a temperaturas de 110 C° +/- 5 C°, luego de ello se retiró del horno y se dejó reposar a temperatura ambiente. Luego la muestra se coloca en un molde tipo cono para comprobar su humedad óptima, una vez cumplido este paso se procedió a llenar la fiola con agua y se obtuvo su peso, luego se vierte el material en la fiola y se pesó, este se dejó reposar para eliminar los vacíos y luego de ello se colocó en un horno durante 24 horas y después se obtuvo su peso. Así se obtuvo los valores mostrados en la tabla N°14.

Tabla 11: Peso específico del agregado fino.

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (ASTMD C 128-2007 / NTP 400.022:2002)			
-----------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

Material : Agregado Fino
Peso Muestra S.S.S. : 500,0 gr

MUESTRANº		M - 1	M - 2
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	gr	985.7 984.6
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	gr	673.3 673.3
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	gr	312.4 311.3
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	gr	665.4 665.37
5	Peso del Balon	gr	173.3 173.3
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	gr	492.1 492.07
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	500.0 500.0

RESULTADOS:

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	gr/cc	2.623	2.607
PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	gr/cc	2.665	2.649
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	gr/cc	2.738	2.722
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.605	1.612
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) PROMEDIO		1.61	

Fuente: Elaboración Propia.

4.5. Peso Unitario de los Agregados

Peso unitario suelto del agregado fino y grueso.

Para realizar el ensayo primero se determinó el peso y su capacidad volumétrica de la tara, luego se llenó la tara con la muestra del agregado fino hasta rebalsar la tara con el material, con una regla se procede a enrazar de manera uniforme sin apisonarla, luego de ello se lleva a la balanza electrónica para tomar su peso. Este ensayo se realizó tanto para el agregado fino y grueso. Se obtuvieron los siguientes datos mostrados en la tabla N°15 y N°16.

Tabla 12: Peso unitario suelto agregado fino.

Material : Arena Gruesa

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	gr	7139	7156	7144
2	Peso del Molde	gr	2928	2928	2928
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4211	4228	4216
4	Volumen del Molde	cc	3065	3065	3065
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	1.374	1.379	1.376
PROMEDIO		gr/cc	1.376		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13: Peso unitario suelto agregado grueso.

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO
(ASTM D C 29 / NTP 400.017)

Material : Piedra chancada

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	cc	30722	31023	30950
2	Peso del Molde	gr	7523	7523	7523
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	23199	23500	23427
4	Volumen del Molde	gr/cc	14848	14848	14848
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	1.562	1.583	1.578
PROMEDIO		gr/cc	1.574		

Fuente: Elaboración Propia.

Peso unitario compactado del agregado fino y grueso.

Para realizar el ensayo primero se determinó el peso y su capacidad volumétrica de la tara, luego se llenó la tara con la muestra del agregado fino en tres capas apisonando nada una de ellas 25 veces. Este ensayo se realizó tanto para el agregado fino y grueso. Se obtuvieron los siguientes datos mostrados en la tabla N°17 y N°18.

Tabla 14: Peso unitario compactado agregado fino.

Material : Arena Gruesa

MUESTRANº		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	gr	8084	8091	8088
2	Peso del Molde	gr	2928	2928	2928
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	5156	5163	5160
4	Volumen del Molde	cc	3065	3065	3065
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1.682	1.685	1.684
PROMEDIO		gr/cc	1.683		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15: Peso unitario compactado agregado grueso.

Material : Piedra chancada

MUESTRANº		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	cc	31723	31818	31770
2	Peso del Molde	gr	7523	7523	7523
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	24200	24295	24247
4	Volumen del Molde	gr/cc	14848	14848	14848
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1.630	1.636	1.633
PROMEDIO		gr/cc	1.633		

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestra la tabla N°19 en el cual muestra el resumen de las propiedades físicas de los agregados.

Tabla 16: Resumen de propiedades físicas de los agregados.

ENSAYOS FISICOS	Agre. Grueso	Agre. Fino
TAM. MAX. NOMINAL	1"	-
MODULO DE FINEZA		2.75
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1,574	1,376
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1,633	1,683
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gr/cc)	2.88	2.62
% DE ABSORCION	0.57	1.61
% HUMEDAD	0.20	2.37

Fuente: Elaboración Propia.

4.6. Diseño de Mezcla.

Características del cemento y agua

Tabla 17: Características de los materiales

Cemento	Andino - Tipo I
Resistencia a la compresion (f'c)	210 kg/cm ²
Peso especifico del cemento (Pe)	3.15 gr/cm ³
Asentamiento	3"
Peso especifico del agua	1000 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia.

Resistencia promedio requerido (F'cr).

Para nuestra investigación se aplicará el método de la desviación estándar ya que no existe un antecedente de datos de las resistencias de las probetas, por ello se utilizará una estimación del f'cr, el cual el método ACI nos brinda la siguiente tabla N°21.

Tabla 18: Tabla de selección de la resistencia especifica.

Resistencia especifica	Resistencia promedio requerida		
f'c < 210	f'cr=	f'c+	70
210 ≤ f'c ≤ 350	f'cr=	f'c+	84
f'c > 350	f'cr=	f'c+	98

Fuente: Comité 211 del ACI.

Para este trabajo se utilizará una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el cual se encuentra en el intervalo de 210 kg/cm^2 a 350 kg/cm^2 , la tabla N°19 nos dice que para obtener la resistencia promedio requerida se debe sumar a la resistencia $f'c + 84$, obteniendo así una resistencia promedio requerida de 294 kg/cm^2 .

Selección de asentamiento

Este valor es de acuerdo a la consistencia que se requiere tener en la mezcla como se visualiza en la Tabla 22:

Tabla 19: Selección del asentamiento.

Tipo de estructuras	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatatas y muros de cimentación reforzadas	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclopeo	2"	1"

Fuente: Comité 211 del ACI.

Para el diseño se tomará una trabajabilidad o slum de 3" – 4". Esto para obtener una consistencia plástica, y para que cumpla la utilización deseada para este estudio.

Contenido de aire

El contenido de aire atrapado depende del tamaño máximo nominal del agregado grueso según el comité del ACI. Para la cual nos brinda la siguiente tabla N°23 para hallar el porcentaje de aire atrapado. Para este trabajo será necesario que nuestro concreto tenga un contenido de aire atrapado adecuado ya que este para los ensayos de hielo y deshielo como también para los ensayos a sulfatos ayudará a mejorar su desempeño ante estos ciclos de curado.

Tabla 20: Contenido de aire.

CONTENIDO DE	
Tam. Max. Nominal del Agre. Grueso	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente: Comité 211 del ACI.

Nuestro tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1" el porcentaje de aire atrapado es del 1.5%.

Contenido de agua

El comité 211 del ACI nos proporciona la tabla N°21 para obtener el volumen unitario de agua, la cual está en relación al tamaño máximo nominal del agregado grueso, al a trabajabilidad y al contenido de aire del concreto.

Tabla 21: Volumen unitario de agua.

VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA					
Asentamiento	Volumen Unitario de agua expresado en l/m ³ , para tam. Max. Nom. AG				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
1" a 2"	207	199	190	179	166
3" a 4"	228	216	205	193	181
6" a 4"	143	228	216	202	190

Fuente: Comité 211 del ACI.

De la tabla para un tamaño máximo nominal de 1", de trabajabilidad o slum de 3" a 4" y concreto sin aire incorporado, el volumen unitario de agua obtenido es de 197 l/m³.

Relación agua / cemento.

El comité 211 del ACI nos dice que es de suma importancia el factor agua cemento para lograr una óptima resistencia del concreto, para ello nos brinda la

siguiente tabla N°25, la cual está en función al f'_{cr} . con ello obtenemos la relación agua cemento.

Tabla 22: Relación agua cemento.

f'_{cr} (kg/cm ²)	Relacion W/C en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorpora
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Comité 211 del ACI.

Se tiene un $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ de la cual se procede a la interpolación en el intervalo de $250 \text{ kg/cm}^2 - 300 \text{ kg/cm}^2$.

250 kg/cm ²	0.62
294 kg/cm ²	X
300 kg/cm ²	0.55

Se logra tener la $W/C = 0.56$

Cantidad del cemento

Para la obtención de la cantidad de cemento se realiza la división del volumen unitario de agua entre la relación agua cemento

$$C = \frac{193 \frac{l}{m^3}}{0.56} = 345.63 \frac{kg}{m^3} = 8.1 \text{ bolsas}$$

Contenido agregado grueso.

La obtención del peso del agregado grueso se determina por unidad de volumen, basándose en los ensayos de estado seco y compactado, para diferentes módulos de finura del agregado. Ello se determina con la siguiente tabla N°26.

Tabla 23: Tamaño máximo nominal.

Tam. Max. Nom	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO(Para divisor modulos de fineza del agregado fino)			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Comité 211 del ACI.

En los ensayos realizados se obtuvo un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1" y un módulo de finura del agregado fino de 2.75, del cual se procede a la interpolación en el intervalo de 2.6 – 2.8, como se muestra a continuación.

2.60..... 0.69

2.75..... X

2.80.....0.67

Se logra tener como resultado 0.68 m³. luego para obtener el peso del agregado grueso por unidad de volumen se multiplica el peso unitario compactado por el factor obtenido:

$$\text{Peso del AG} = 0.68 \text{ m}^3 \times 1633 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1102.275 \text{ kg}$$

Volumen absoluto

para la determinación de las cantidades de cada material, se divide el volumen absoluto de cada material entre su peso específico

$$\text{Cemento} = \frac{345.63 \text{ kg/m}^3}{3.15 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000} = 0.110 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{193 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{1.5\%}{100} = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{1102.275 \text{ kg/m}^3}{2.88 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000} = 0.383 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 0.701 \text{ m}^3$$

Peso del agregado fino

Una vez obtenido los valores de cada material se procedió a determinar el contenido del agregado fino mediante la siguiente operación:

$$\text{Agregado Fino} = 1 - 0.701 = 0.299 \text{ m}^3$$

Luego de obtener la masa se procedió a calcular el peso del agregado fino, el cual se obtuvo con la multiplicación del volumen absoluto por su peso específico.

$$\text{Agregado Fino} = 0.299 \text{ m}^3 \times 2623.13 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 785.73 \text{ kg}$$

Diseño en estado seco

$$\text{Cemento} = 345.63 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} = 784.73 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 1102.28 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 193 \text{ l/m}^3$$

Corrección por contenido de humedad

$$\text{Peso Humedo del A. F} = 784.73 \times \left(1 + \frac{2.37\%}{100\%} \right) = 803.33 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso Humedo del A. G} = 1102.28 \times \left(1 + \frac{0.20\%}{100\%} \right) = 1104.50 \text{ kg/m}^3$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua del A. F} = \frac{803.33 \times (1.61 - 2.37)}{100} = -6.12 \text{ l}$$

$$\text{Aporte de agua del A. G} = \frac{1104.50 \times (0.57 - 0.20)}{100} = 4.06l$$

$$\text{Aporte de agua} = -6.12 + 4.06 = -2.06 l$$

Calculo de agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = 193 l - (-2.06) = 190.94 l/m^3$$

Proporcionamiento de diseño

Finalmente se obtuvieron los pesos de cada uno de los agregados que conforman el diseño 210 kg/cm² presentados en la tabla N°27.

Tabla 24: Proporción de los agregados.

Cemento	345.63	kg
Agua	190.94	lt
Agre.Grueso	1104.50	kg
Agre.fino	803.33	kg

Fuente: Elaboración Propia.

Por ultimo calculamos las proporciones en función del cemento.

$$\text{Cemento} = \frac{345.63 \text{ kg/m}^3}{345.63 \text{ kg/m}^3} = 1$$

$$\text{Agregado Fino} = \frac{803.33 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}}{345.63 \text{ kg/m}^3} = 2.32$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{1104.50 \text{ kg/m}^3}{345.63 \text{ kg/m}^3} = 3.20$$

Interpretación:

Se establecieron las cantidades de los materiales que conforman el concreto f'c=210 kg/cm² mediante el Método del ACI. En las que se obtuvieron la relación agua cemento mediante interpolación, obteniendo un valor de 0.56, luego se calculó el factor cemento dividiendo la cantidad de agua obtenida 193 litros/m³ entre 0.56 obteniendo así la cantidad de cemento 345.63 kg esto llevado a bolsas

de cemento nos arroja 8.1 bolsas de cemento luego de ello se establecieron los pesos del agregado grueso 1102.28kg, agregado fino 784.73 kg dándonos así la proporción de 1: 2.32: 3.20

Diseños de mezcla adicionando PET en relación a volumen del cemento.

Logrado el diseño de concreto patrón, se procedió a calcular la cantidad de PET adicionar en peso a la mezcla en relación del volumen del cemento, En un 10 y 20%.

Para este cálculo se utilizará la fórmula de la densidad

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

De la cual se despejará el volumen para hallar así el volumen del cemento

$$\text{Volumen} = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}}$$

antes de la aplicación de la formula se procederá al cálculo de la densidad y cambio de unidades para la aplicación correcta en la formula

Cantidad de cemento para 1m³: 345.63 kg

Densidad del cemento: 3.15gr/cm³

Densidad del cemento: 3.15 x 1000=3150kg/m³

Densidad del PET: 1.37gr/cm³

Densidad del PET: 1.37 X 1000=1370kg/m³

luego de ello se procedió al cálculo del volumen del cemento

$$\text{Volumen de cemento} = \frac{345.63\text{kg}}{3150\text{kg}/\text{m}^3} = 0.10972\text{m}^3$$

con ello se sacó el 10 y 20% del volumen del cemento las cuales serán los porcentajes de adición del PET

PET al 10%: 0.10972 x 10%= 0.01097m³

PET al 20%: 0.10972 x 20%= 0.02194m³

Finalmente se procede al cálculo del PET por peso para 1 m³, se despejo la masa de la fórmula para así obtener los siguientes resultados en peso

$$\text{Masa} = \text{Volumen} \times \text{Densidad}$$

PET al 10%

$$\text{Masa} = 0.01097\text{m}^3 \times 1370\text{kg/m}^3$$

$$\text{Masa} = 15.03 \text{ kg}$$

PET al 20%

$$\text{Masa} = 0.02194\text{m}^3 \times 1370\text{kg/m}^3$$

$$\text{Masa} = 30.06 \text{ kg}$$

A continuación, se muestra la tabla N°28 de las cantidades a adicionar del material PET a la mezcla de concreto para 1m³.

Tabla 25: Diseño de mezcla adicionando PET.

	Cemento (kg/m ³)	Agregado Fino (kg/m ³)	Agregado Grueso (kg/m ³)	Agua (l/m ³)	PET (kg/m ³)
Concreto Patron	345.63	803.33	1104.5	190.94	-
10% de PET	345.63	803.33	1104.5	190.94	15.03
20% de PET	345.63	803.33	1104.5	190.94	30.06

Fuente: Elaboración Propia.

4.7. Ensayo en estado fresco

Ensayo de asentamiento (Cono de Abrams)

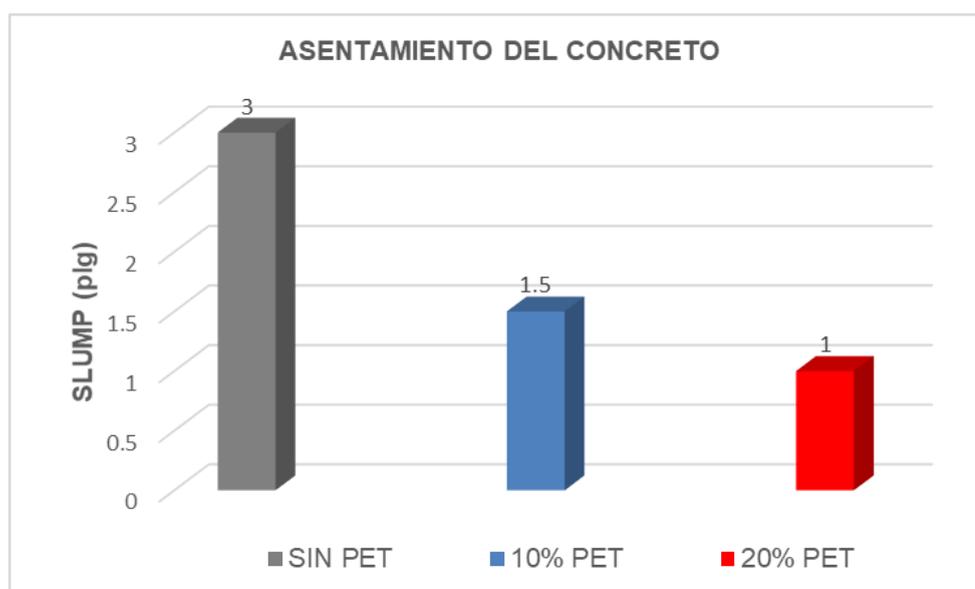
Este ensayo se realiza con el fin de ver la consistencia y trabajabilidad que tiene la mezcla en el estado fresco, en la cual se utiliza un cono en el cual se vierte el concreto en tres mantos en cada una de los mantos se realizan 25 chuceadas con una barra de acero, después de ello se levanta el cono y se coloca de invertido al costado de la muestra para con ello medir el asentamiento que sufre la mezcla. En la siguiente tabla 29 se muestra la trabajabilidad de tuvo nuestro concreto patrón y el concreto con la incorporación de PET.

Tabla 26: Asentamiento del concreto.

PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 143/NTP 339.035)			
PROPIEDAD	PORCENTAJE DE PET		
DENOMINACION	0%	10%	20%
ASENTAMIENTO	3"	1 1/2"	1"

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 03: Asentamiento del concreto.



Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de peso unitario del concreto

El ensayo de peso unitario del concreto trata de registrar el peso del concreto en el estado fresco, para ello se hace el llenado de los moldes con el concreto realizando la técnica establecida la cual consiste en llenar en 3 capas y en cada capa realizar 25 chuceadas con la barra punta de bala luego de ello con la misma varilla se enraza y se limpia y se procede a tomar los datos. En este ensayo se obtuvieron los siguientes datos mostrados en la tabla N°30.

Tabla 27: Peso en estado fresco del concreto.

Tiempo de Ensayo: 7 Dias						
Curado	Muestra		Datos			
	Probetas	% de PET	Peso Concreto + Molde Vacio (kg)	Peso del Molde Vacio (kg)	Peso del Concreto Fresco (kg)	Promedio (kg)
Inmersión en agua	1	0%	4.120	0.207	3.913	3.942
	2		4.231	0.211	4.020	
	3		4.112	0.220	3.892	
Inmersión en sulfalto	4	0%	4.266	0.212	4.054	3.955
	5		4.087	0.213	3.874	
	6		4.177	0.239	3.938	
Inmersión en hielo y dehielo	1	0%	4.057	0.212	3.845	3.917
	2		4.154	0.212	3.942	
	3		4.188	0.225	3.963	
Inmersión en agua	1	10%	3.969	0.210	3.759	3.824
	2		4.083	0.220	3.863	
	3		4.088	0.228	3.860	
	4		4.038	0.211	3.827	
	5		4.029	0.219	3.810	
Inmersión en sulfalto	1	10%	4.237	0.236	4.001	3.852
	2		4.029	0.226	3.803	
	3		4.038	0.214	3.824	
	4		4.017	0.214	3.803	
	5		4.045	0.216	3.829	

Tiempo de Ensayo: 14 Dias						
Curado	Muestra		Datos			
	Probetas	% de PET	Peso Concreto + Molde Vacio (kg)	Peso del Molde Vacio (kg)	Peso del Concreto Fresco (kg)	Promedio (kg)
Inmersión en agua	7	0%	4.218	0.221	3.997	3.923
	8		4.023	0.211	3.812	
	9		4.198	0.239	3.959	
Inmersión en sulfalto	10	0%	4.076	0.216	3.860	3.865
	11		4.029	0.210	3.819	
	12		4.129	0.214	3.915	
Inmersión en hielo y dehielo	4	0%	4.087	0.213	3.874	3.871
	5		4.090	0.212	3.878	
	6		4.076	0.215	3.861	

Fuente: Elaboración Propia.

4.8. Ensayo en estado endurecido

Ensayo de peso del concreto en estado endurecido

Este ensayo se realiza con el fin de obtener el peso de las probetas después del curado a los días establecidos. Se obtuvieron los siguientes datos mostrados en la tabla N°31.

Tabla 28: Peso en estado endurecido del concreto.

Curado	Muestra		Datos	
	Probetas	% de PET	Peso del Concreto Endurecido (kg)	Promedio (kg)
Inmersión en agua	1	0%	3.881	3.902
	2		3.968	
	3		3.856	
Inmersión en sulfalto	4	0%	3.988	3.906
	5		3.844	
	6		3.885	
Inmersión en hielo y dehielo	1	0%	3.827	3.897
	2		3.921	
	3		3.944	
Inmersión en sulfalto	1'	10%	3.739	3.832
	2'		3.843	
	3'		3.836	
	4'		3.808	
	5'		3.783	
	6'		3.98	
Inmersión en sulfalto	7'	10%	3.783	3.790
	8'		3.806	
	9'		3.785	
	10'		3.806	
	11'		3.768	

Tiempo de Ensayo: 14 Días				
Curado	Muestra		Datos	
	Probetas	% de PET	Peso del Concreto Freasco	Promedio (kg)
Inmersión en agua	7	0	3.739	3.806
	8		3.843	
	9		3.836	
Inmersión en sulfalto	10	0	3.808	3.857
	11		3.783	
	12		3.980	
Inmersión en hielo y dehielo	4	0	3.783	3.791
	5		3.806	
	6		3.785	

Fuente: Elaboración Propia.

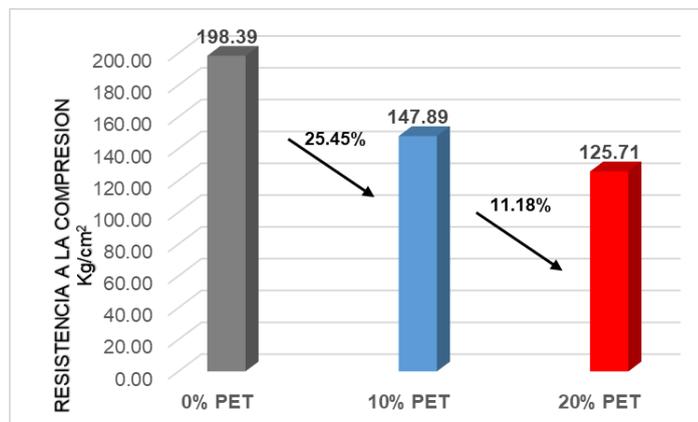
Ensayo de resistencia del concreto.

Para el ensayo de compresión del concreto se procedió a retirar del curado los especímenes de concreto para luego dejarlos reposar a temperatura ambiente, una vez las probetas se hayan secado se proceden a tomar las medidas de peso y dimensiones de las probetas. Luego de ello se procede al ensayo de compresión, la cual se realizó con una prensa, las probetas se colocaron en ella para medir su resistencia. Se lograron los siguientes datos expuestos en la tabla N°32.

Tabla 29: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días a curado normal.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)														
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad	Altura	Diametro	Area	Carga		Resistencia obtenida Fc (kg/cm ²)	Resistencia Fc Promedio (kg/cm ²)	%	Perdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura		(días)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	Kgf				
1	CONCRETO PATRON	20-sep	27-sep	Agua Potable	7	20	10	78.54	122.45	12486.23	159.00	198.39	100.00%	0.00%
2				Agua Potable	7	20	10	78.54	170.40	17375.69	221.26			
3				Agua Potable	7	20	10	78.54	165.50	16876.04	214.90			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	04-oct	Agua Potable	7	20	10	78.54	116.22	11850.95	150.91	147.89	74.55%	25.45%
2				Agua Potable	7	20	10	78.54	108.04	11016.84	140.29			
3				Agua Potable	7	20	10	78.54	117.42	11973.32	152.47			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	05-oct	Agua Potable	7	20	10	78.54	98.79	10073.31	128.27	125.71	63.36%	11.18%
2				Agua Potable	7	20	10	78.54	91.83	9364.31	119.25			
3				Agua Potable	7	20	10	78.54	99.81	10177.32	129.60			

Gráfico 04: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días a curado normal.



Fuente: Elaboración Propia

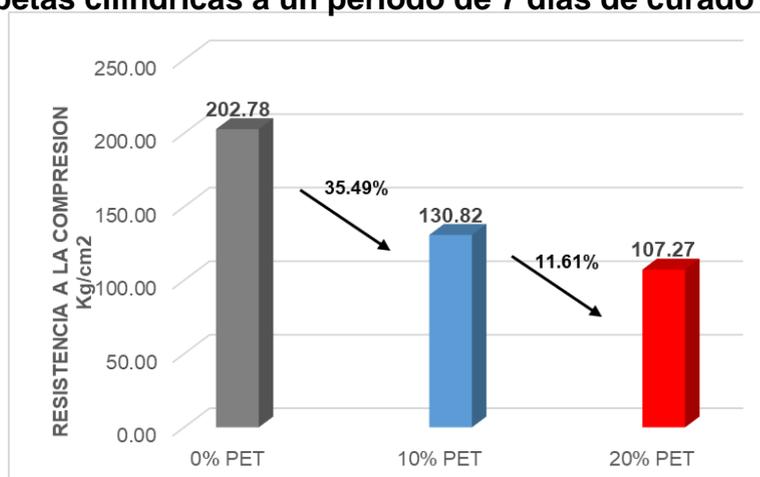
El grafico 04 muestra la comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días a curado normal. El concreto patrón obtuvo una resistencia de 198.39kg/cm², mientras que el concreto con la adición del 10% de PET tuvo una caída del 25.45% de su resistencia con respecto al concreto patrón logrando una resistencia de 147.89kg/cm², el concreto con la adición del 20% de PET tiene una caída del 36.64% de su resistencia con respecto al concreto patrón y un 11.18% respecto al concreto con la adición del 10% logrando una resistencia de 125.71kg/cm². Estos datos reflejan que a mayor porcentaje de PET la resistencia a la compresión del concreto disminuye.

Tabla 30: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días de curado a sulfato.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)														
N° de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad (días)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm ²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm ²)	%	Perdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura						KN	Kgf				
1	CONCRETO PATRON	20-sep	27-sep	Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	175.78	17924.29	228.25	202.78	100.00%	0.00%
2				Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	161.5	16468.16	209.71			
3				Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	131.22	13380.50	170.39			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	04-oct	Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	99.82	10178.65	129.61	130.82	64.51%	35.49%
2				Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	100.01	10198.02	129.86			
3				Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	104.31	10636.49	135.44			
4				Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	109.32	11147.36	141.95			
5				Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	90.29	9206.87	117.24			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	05-oct	Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	81.852	8346.49	106.28	107.27	52.90%	11.61%
2				Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	82.008	8362.38	106.49			
3				Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	85.534	8721.92	111.06			
4				Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	89.64	9140.84	116.40			
5				Sulfato (10000 ppm)	7	20	10	78.54	74.038	7549.63	96.14			

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 05: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días de curado a sulfatos.



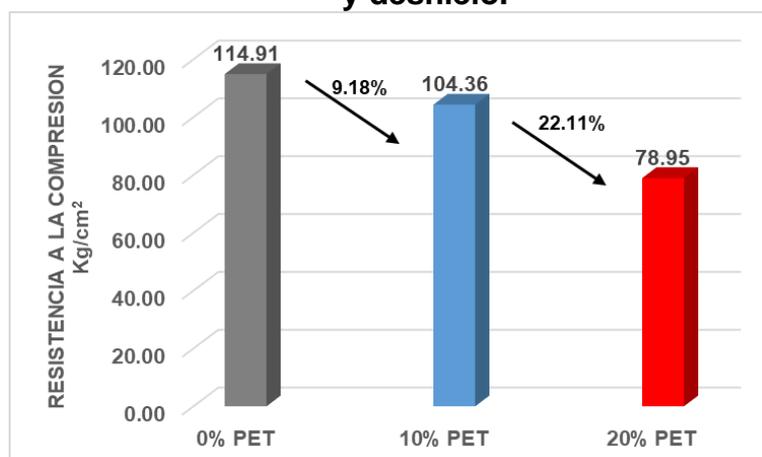
Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en el gráfico 05 se muestra las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días de curado a sulfatos. El concreto sin la adición de PET obtiene una resistencia de 202.78kg/cm², mientras que el concreto con la adición del 10% y 20% reducen su resistencia en 35.49% y 47.10% respectivamente del concreto patrón, se muestra también una caída del concreto con la adición del 20% de 11.61% de su resistencia con respecto al concreto con la adición del 10%, logrando una resistencia de 107.27kg/cm². Como se muestra con la simple adición del PET tiende a bajar la resistencia sin importar el régimen de curado.

Tabla 31: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días de curado al ciclo hielo y deshielo.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)														
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad	Altura	Diametro	Area	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm ²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm ²)	%	Pérdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura		(dias)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	Kgf				
2	CONCRETO PATRON	25-sep	02-oct	Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	89.62	9138.55	116.37	114.91	100.00%	0.00%
3				Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	95.01	9688.17	123.37			
4				Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	80.85	8244.27	104.98			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	25-oct	Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	80.45	8203.49	104.46	104.36	90.82%	9.18%
2				Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	81.12	8271.81	105.33			
3				Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	79.85	8142.30	103.68			
4				Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	81.45	8305.46	105.76			
5				Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	78.98	8053.59	102.55			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	26-oct	Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	60.86	6205.94	79.03	78.95	68.71%	22.11%
2				Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	61.37	6257.62	79.68			
3				Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	60.41	6159.65	78.44			
4				Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	61.62	6283.08	80.01			
5				Hielo y Deshielo	7	20	10	78.54	59.75	6092.54	77.58			

Gráfico 06: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días de curado al ciclo hielo y deshielo.



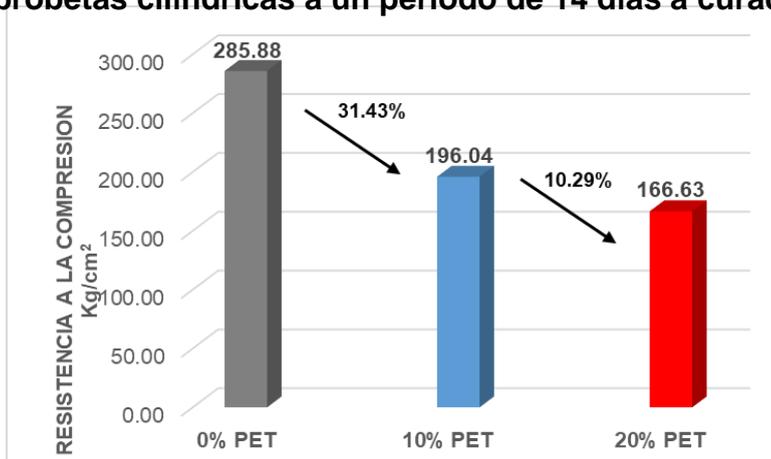
Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico 06 podemos observar las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 7 días de curado al ciclo hielo y deshielo. El concreto sin PET logra una resistencia de 114.91kg/cm², mientras que el concreto con la adición del 10% reduce su resistencia un 9.18% logrando una resistencia de 104.36kg/cm², así mismo el concreto con la adición del 20% de PET baja un 31.29% de su resistencia respecto al concreto patrón y un 22.11% respecto al concreto con la adición del 10%, logrando una resistencia de 78.95kg/cm². Esto evidencia que el concreto con PET al 10% no reduce tanto su resistencia en comparación con los otros curados.

Tabla 32: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días a curado normal.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)														
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm²)	%	Pérdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura						KN	Kgf				
1	CONCRETO PATRON	20-sep	04-oct	Agua Potable	14	20	10	78.54	219.60	22392.61	285.15	285.88	100.00%	0.00%
2				Agua Potable	14	20	10	78.54	220.33	22467.05	286.10			
3				Agua Potable	14	20	10	78.54	220.56	22490.50	286.39			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	11-oct	Agua Potable	14	20	10	78.54	151.72	15470.89	197.01	196.04	68.57%	31.43%
2				Agua Potable	14	20	10	78.54	150.35	15331.19	195.23			
3				Agua Potable	14	20	10	78.54	150.85	15382.17	195.88			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	12-oct	Agua Potable	14	20	10	78.54	128.96	13150.26	167.46	166.63	58.29%	10.29%
2				Agua Potable	14	20	10	78.54	127.80	13031.51	165.94			
3				Agua Potable	14	20	10	78.54	128.22	13074.85	166.49			

Gráfico 07: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días a curado normal.



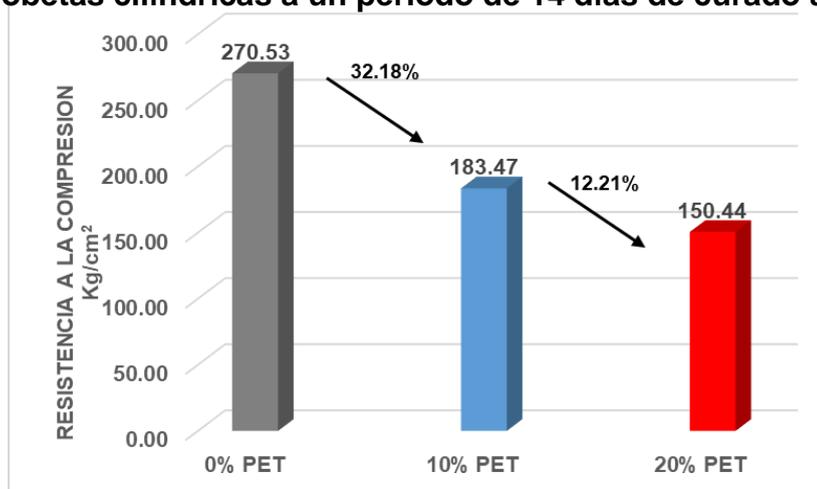
Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico 07 se detalla las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días a curado normal. El concreto patrón obtuvo una resistencia de 285kg/cm², mientras que el concreto con la adición del 10% de PET logró una resistencia de 196.04kg/cm² lo cual significa que tuvo una caída del 31.43% de su resistencia respecto al concreto patrón. Así mismo el concreto con la adición del 20% reduce su resistencia un 10.29% respecto al concreto con la adición del 10% y un 41.71% respecto al concreto patrón logrando una resistencia de 166.63kg/cm².

Tabla 33: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días de curado a sulfato.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM G39)														
N° de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm ²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm ²)	%	Pérdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura						KN	Kgf				
1	CONCRETO PATRON	20-sep	04-oct	Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	206.03	21008.88	267.53	270.53	100.00%	0.00%
2				Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	207.93	21202.62	269.99			
3				Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	211.08	21523.83	274.08			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	11-oct	Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	141.47	14425.70	183.70	183.47	67.82%	32.18%
2				Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	140.56	14332.90	182.52			
3				Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	141.23	14401.22	183.38			
4				Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	142.25	14505.23	184.71			
5				Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	140.95	14372.67	183.02			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	12-oct	Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	116.01	11829.07	150.63	150.44	55.81%	12.21%
2				Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	115.26	11752.98	149.66			
3				Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	115.81	11809.00	150.38			
4				Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	116.65	11894.29	151.46			
5				Sulfato (10000 ppm)	14	20	10	78.54	115.58	11785.59	150.08			

Gráfico 08: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días de curado a sulfatos.



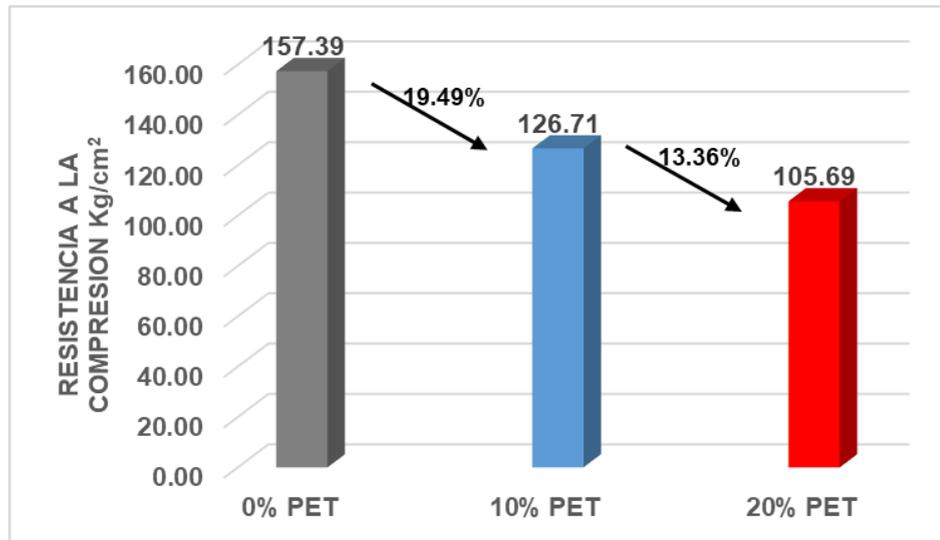
Fuente: Elaboración Propia.

Como se muestra en el gráfico 08 se detalla las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días de curado a sulfatos, el concreto patrón obtuvo una resistencia de 270.53kg/cm², el concreto con la adición del 10% de PET logró una resistencia de 183.47kg/cm² lo que significa que tuvo una caída de 32.18% de su resistencia respecto al concreto patrón, así mismo el concreto con la adición del 20% redujo su resistencia un 12.21% de la resistencia con la adición del 10% de PET y un 44.39kg/cm² respecto al concreto patrón, logrando una resistencia de 150.44kg/cm².

Tabla 34: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días de curado al ciclo hielo y deshielo.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)														
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm²)	%	Pérdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura						KN	Kgf				
1	CONCRETO PATRON	25-sep	04-oct	Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	119.77	12212.95	155.52	157.39	100.00%	0.00%
2				Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	121.63	12402.61	157.93			
3				Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	122.24	12464.81	158.73			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	25-oct	Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	98.23	10016.51	127.55	126.71	80.51%	19.49%
2				Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	96.79	9869.68	125.68			
3				Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	97.56	9948.19	126.68			
4				Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	98.12	10005.30	127.41			
5				Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	97.22	9913.52	126.24			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	26-oct	Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	81.45	8305.46	105.76	105.69	67.15%	13.36%
2				Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	82.10	8371.74	106.61			
3				Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	81.13	8272.83	105.35			
4				Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	81.25	8285.06	105.50			
5				Hielo y Deshielo	14	20	10	78.54	81.04	8263.65	105.23			

Gráfico 09: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días de curado al ciclo hielo y deshielo.



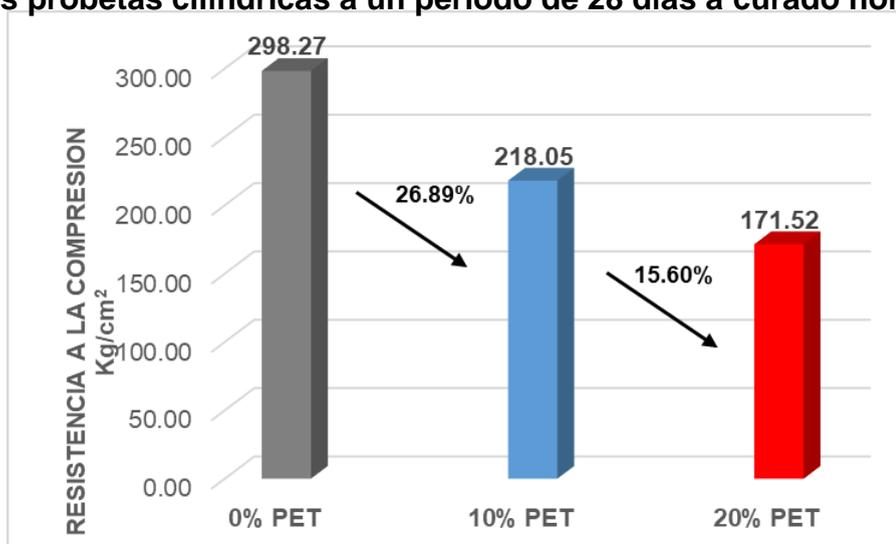
Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico 09 se detalla las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 14 días de curado al ciclo hielo y deshielo. De la cual el concreto patrón logró una resistencia de 270.53kg/cm², y con la adición del 10% reduce un 32.18% logrando una resistencia de 183.47% y con la adición del 20% reduce un 12.21% respecto al concreto con la adición del 10% y un 31.57% respecto al concreto patrón logrando una resistencia de 150.44kg/cm². Lo que significa que el PET en los ensayos de congelamiento no disminuye tanto la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el curado a sulfatos.

Tabla 35: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días a curado normal.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)														
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga		Resistencia obtenida F'c (kg/cm²)	Resistencia F'c Promedio (kg/cm²)	%	Pérdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura						KN	Kgf				
1	CONCRETO PATRÓN	20-sep	18-oct	Agua Potable	28	20	10	78.54	228.14	23263.44	296.24	298.27	100.00%	0.00%
2				Agua Potable	28	20	10	78.54	229.41	23392.94	297.89			
3				Agua Potable	28	20	10	78.54	231.56	23612.17	300.68			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	25-sep	23-oct	Agua Potable	28	20	10	78.54	167.95	17125.86	218.08	218.05	73.11%	26.89%
2				Agua Potable	28	20	10	78.54	168.27	17158.49	218.50			
3				Agua Potable	28	20	10	78.54	167.56	17086.09	217.57			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	26-sep	24-oct	Agua Potable	28	20	10	78.54	132.21	13481.66	171.68	171.52	57.51%	15.60%
2				Agua Potable	28	20	10	78.54	131.45	13403.96	170.69			
3				Agua Potable	28	20	10	78.54	132.62	13523.26	172.21			

Gráfico 10: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días a curado normal.



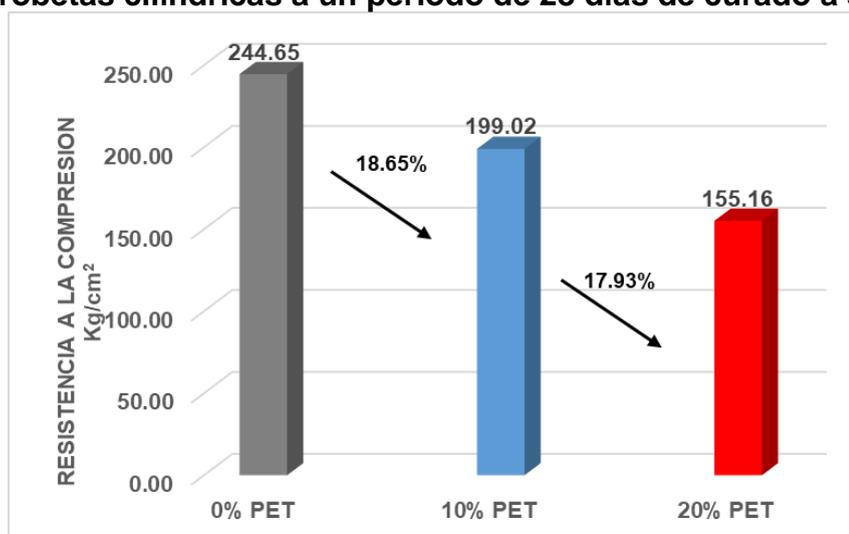
Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico 10 se muestra las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días a curado normal. El concreto patrón obtuvo una resistencia de 298.27kg/cm², mientras que el concreto con la adición del 10% de PET obtuvo una resistencia de 218.05kg/cm² lo cual significa que tuvo una caída del 28.89% de su resistencia respecto al concreto patrón. Así mismo el concreto con la adición del 20% reduce su resistencia un 15.60% respecto al concreto con la adición del 10% y un 42.49% respecto al concreto patrón logrando una resistencia de 166.63kg/cm².

Tabla 36: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días de curado a sulfato.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)														
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm²)	%	Pérdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura						KN	Kgf				
1	CONCRETO PATRON	20-sep	18-oct	Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	190.41	19416.11	247.24	244.65	100.00%	0.00%
2				Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	189.25	19297.82	245.74			
3				Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	185.57	18922.06	240.95			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	25-sep	23-oct	Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	154.13	15716.64	200.14	199.02	81.35%	18.65%
2				Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	153.85	15688.08	199.77			
3				Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	151.72	15470.89	197.01			
4				Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	152.26	15525.95	197.71			
5				Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	154.41	15745.19	200.50			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	26-sep	24-oct	Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	119.52	12187.45	155.19	155.16	63.42%	17.93%
2				Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	119.75	12210.91	155.49			
3				Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	118.45	12078.35	153.81			
4				Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	119.63	12198.67	155.34			
5				Sulfato (10000 ppm)	28	20	10	78.54	120.12	12248.64	155.97			

Gráfico 11: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días de curado a sulfatos.



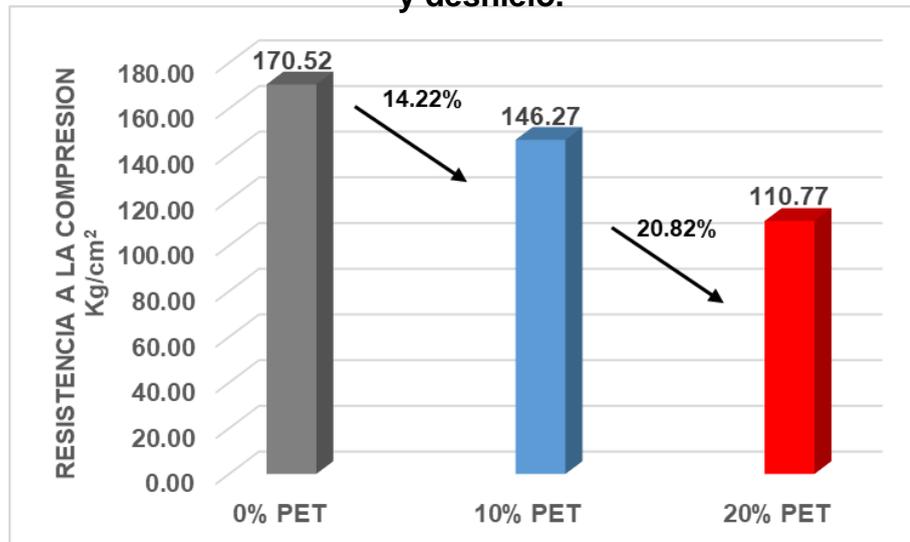
Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en el gráfico 11 se muestra la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días de curado a sulfatos, el concreto patrón obtuvo una resistencia de 244.65kg/cm², el concreto con la adición del 10% de PET logró una resistencia de 196.43kg/cm² lo que significa que tuvo una caída de 19.71% de su resistencia respecto al concreto patrón, así mismo el concreto con la adición del 20% redujo su resistencia un 14.28% de la resistencia con la adición del 10% de PET y un 33.99kg/cm² respecto al concreto patrón, logrando una resistencia de 161.49kg/cm².

Tabla 37: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días de curado al ciclo hielo y deshielo.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)														
N° de testigos	Estructura	Fecha de rotura		Curado	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga		Resistencia obtenida Fc (kg/cm ²)	Resistencia Fc Promedio (kg/cm ²)	%	Pérdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura						KN	Kgf				
1	CONCRETO PATRON	25-sep	23-oct	Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	132.13	13473.30	171.57	170.52	100.00%	0.00%
2				Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	131.98	13458.00	171.37			
3				Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	129.85	13240.80	168.61			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	25-sep	23-oct	Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	112.45	11466.53	146.01	146.27	85.78%	14.22%
2				Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	110.87	11305.41	143.96			
3				Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	113.42	11565.44	147.27			
4				Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	114.1	11634.78	148.16			
5				Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	112.41	11462.45	145.96			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	26-sep	24-oct	Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	92.41	9422.74	119.99	110.77	64.96%	20.82%
2				Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	92.99	9481.68	120.74			
3				Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	91.55	9335.20	118.87			
4				Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	74.55	7601.45	96.80			
5				Hielo y Deshielo	28	20	10	78.54	75.04	7651.55	97.43			

Gráfico 12: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días de curado al ciclo hielo y deshielo.



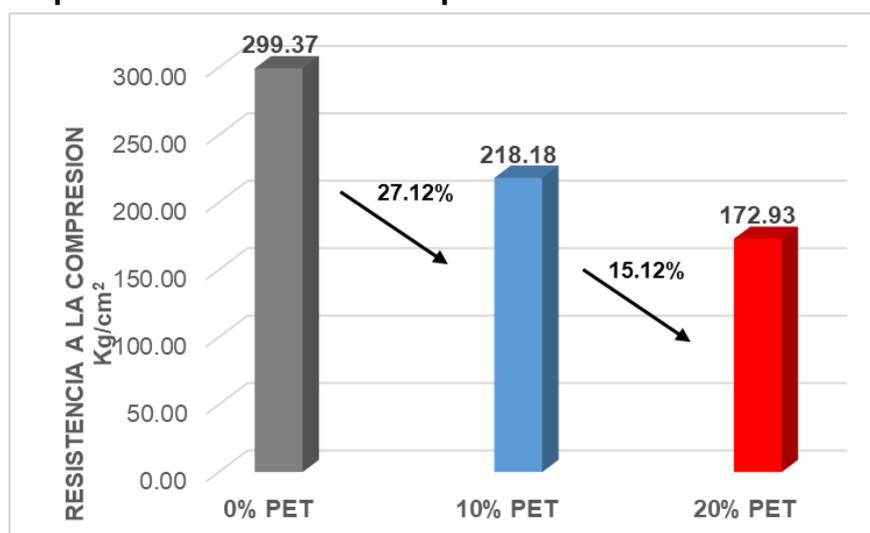
Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico 12 se muestran las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 28 días de curado al ciclo hielo y deshielo. De la cual el concreto patrón logró una resistencia de 170.52kg/cm², y con la adición del 10% reduce un 15.59% logrando una resistencia de 143.94% y con la adición del 20% reduce un 16.59% respecto al concreto con la adición del 10% y un 32.18% respecto al concreto patrón logrando una resistencia de 150.44kg/cm². Lo que significa que el PET en los ensayos de congelamiento no reduce tanto la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el curado a sulfatos.

Tabla 38: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 56 días a curado normal.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)														
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm ²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm ²)	%	Pérdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura						KN	Kgf				
1	CONCRETO PATRON	20-sep	15-nov	Agua Potable	56	20	10	78.54	229.56	23408.23	298.08	299.37	100.00%	0.00%
2				Agua Potable	56	20	10	78.54	231.21	23576.48	300.22			
3				Agua Potable	56	20	10	78.54	230.89	23543.85	299.81			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	25-sep	20-nov	Agua Potable	56	20	10	78.54	167.45	17074.88	217.43	218.18	72.88%	27.12%
2				Agua Potable	56	20	10	78.54	168.12	17143.20	218.30			
3				Agua Potable	56	20	10	78.54	168.52	17183.98	218.82			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	26-sep	21-nov	Agua Potable	56	20	10	78.54	132.94	13555.89	172.62	172.93	57.76%	15.12%
2				Agua Potable	56	20	10	78.54	133.45	13607.90	173.28			
3				Agua Potable	56	20	10	78.54	133.14	13576.29	172.88			

Gráfico 13: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 56 días a curado normal.



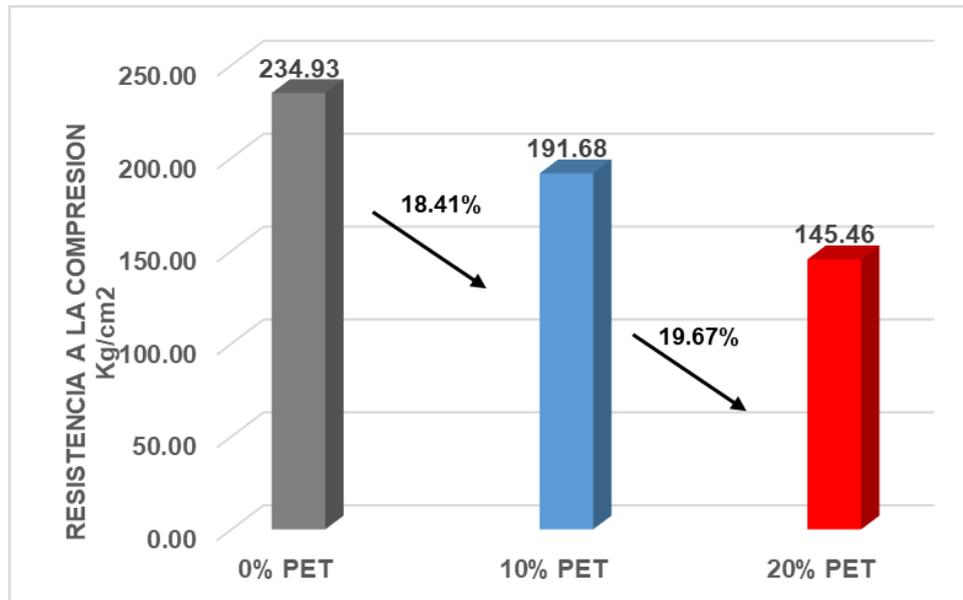
Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico 13 se muestran las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas a un tiempo de 56 días a curado normal. El concreto patrón logró una resistencia de 299.27kg/cm², mientras que el concreto con la adición del 10% de PET obtuvo una resistencia de 218.18kg/cm² lo cual significa que tuvo una caída del 27.12% de su resistencia respecto al concreto patrón. Así mismo el concreto con la adición del 20% reduce su resistencia un 15.12% respecto al concreto con la adición del 10% y un 42.24% respecto al concreto patrón logrando una resistencia de 172.93kg/cm².

Tabla 39: Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 56 días de curado a sulfato.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)														
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad	Altura	Diametro	Area	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm ²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm ²)	%	Perdida de Resistencia (%)
		Moldeo	Rotura		(días)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	Kgf				
1	CONCRETO PATRON	20-sep	15-nov	Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	182.25	18584.03	236.65	234.93	100.00%	0.00%
2				Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	179.87	18341.34	233.56			
3				Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	180.67	18422.92	234.60			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	25-sep	20-nov	Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	147.52	15042.61	191.55	191.68	81.59%	18.41%
2				Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	148.25	15117.05	192.50			
3				Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	148.23	15115.01	192.47			
4				Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	146.54	14942.68	190.28			
5				Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	147.55	15045.67	191.59			
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	26-sep	21-nov	Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	112.52	11473.66	146.11	145.46	61.91%	19.67%
2				Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	112.36	11457.35	145.90			
3				Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	110.89	11307.45	143.99			
4				Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	111.87	11407.38	145.26			
5				Sulfato (10000 ppm)	56	20	10	78.54	112.47	11468.57	146.04			

Gráfico 14: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 56 días de curado a sulfatos.



Fuente: Elaboración Propia.

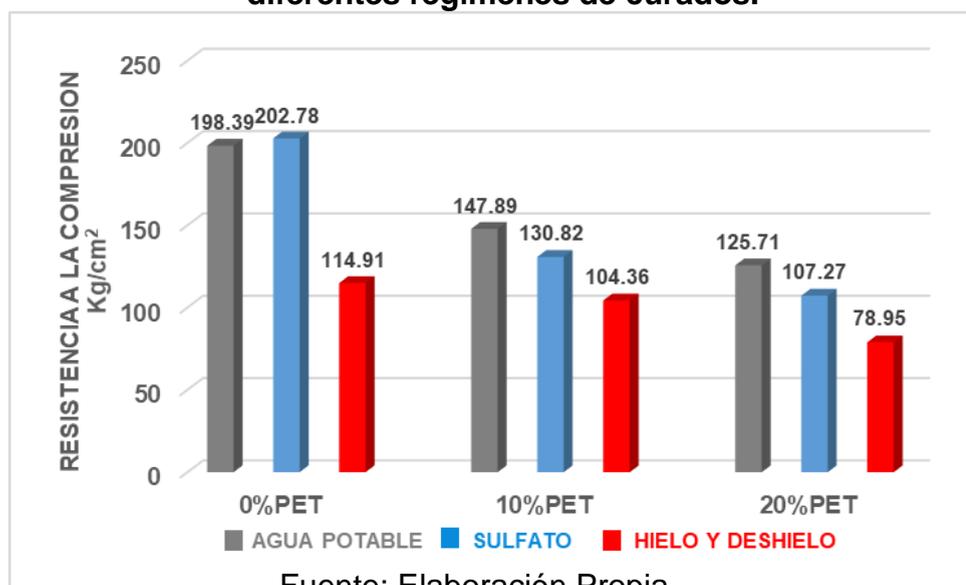
Como se observa en el gráfico 14 se muestran las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas a un periodo de 56 días de curado a sulfatos, el concreto patrón logró una resistencia de 234.93kg/cm², el concreto con la adición del 10% de PET obtuvo una resistencia de 191.68kg/cm² lo que significa que tuvo una caída de 18.41% de su resistencia respecto al concreto patrón, así mismo el concreto con la adición del 20% redujo su resistencia un 19.57% de la resistencia con la adición del 10% de PET y un 38.09kg/cm² respecto al concreto patrón, logrando una resistencia de 145.46kg/cm².

Tabla 40: Ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 7 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)									
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad (días)	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm ²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm ²)
		Moldeo	Rotura			KN	Kgf		
1	CONCRETO PATRON	20-sep	27-sep	Agua Potable	7	122.45	12486.23	159.00	198.39
2				Agua Potable	7	170.4	17375.69	221.26	
3				Agua Potable	7	165.5	16876.04	214.90	
1	CONCRETO PATRON	20-sep	27-sep	Sulfato (10000 ppm)	7	175.78	17924.29	228.25	202.78
2				Sulfato (10000 ppm)	7	161.5	16468.16	209.71	
3				Sulfato (10000 ppm)	7	131.22	13380.50	170.39	
1	CONCRETO PATRON	25-sep	02-oct	Hielo y Deshielo	7	89.62	9138.55	116.37	114.91
2				Hielo y Deshielo	7	95.01	9688.17	123.37	
3				Hielo y Deshielo	7	80.85	8244.27	104.98	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	04-oct	Agua Potable	7	116.22	11850.95	150.91	147.89
2				Agua Potable	7	108.04	11016.84	140.29	
3				Agua Potable	7	117.42	11973.32	152.47	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	04-oct	Sulfato (10000 ppm)	7	99.82	10178.65	129.61	130.82
2				Sulfato (10000 ppm)	7	100.01	10198.02	129.86	
3				Sulfato (10000 ppm)	7	104.31	10636.49	135.44	
4				Sulfato (10000 ppm)	7	109.32	11147.36	141.95	
5				Sulfato (10000 ppm)	7	90.29	9206.87	117.24	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	04-oct	Hielo y Deshielo	7	80.45	8203.49	104.46	104.36
2				Hielo y Deshielo	7	81.12	8271.81	105.33	
3				Hielo y Deshielo	7	79.85	8142.30	103.68	
4				Hielo y Deshielo	7	81.45	8305.46	105.76	
5				Hielo y Deshielo	7	78.98	8053.59	102.55	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	05-oct	Agua Potable	7	98.79	10073.31	128.27	125.71
2				Agua Potable	7	91.83	9364.31	119.25	
3				Agua Potable	7	99.81	10177.32	129.60	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	05-oct	Sulfato (10000 ppm)	7	81.8524	8346.49	106.28	107.27
2				Sulfato (10000 ppm)	7	82.0082	8362.38	106.49	
3				Sulfato (10000 ppm)	7	85.5342	8721.92	111.06	
4				Sulfato (10000 ppm)	7	89.64	9140.84	116.40	
5				Sulfato (10000 ppm)	7	74.0378	7549.63	96.14	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	05-oct	Hielo y Deshielo	7	60.86	6205.94	79.03	78.95
2				Hielo y Deshielo	7	61.37	6257.62	79.68	
3				Hielo y Deshielo	7	60.41	6159.65	78.44	
4				Hielo y Deshielo	7	61.62	6283.08	80.01	
5				Hielo y Deshielo	7	59.75	6092.54	77.58	

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 15: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 7 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados.



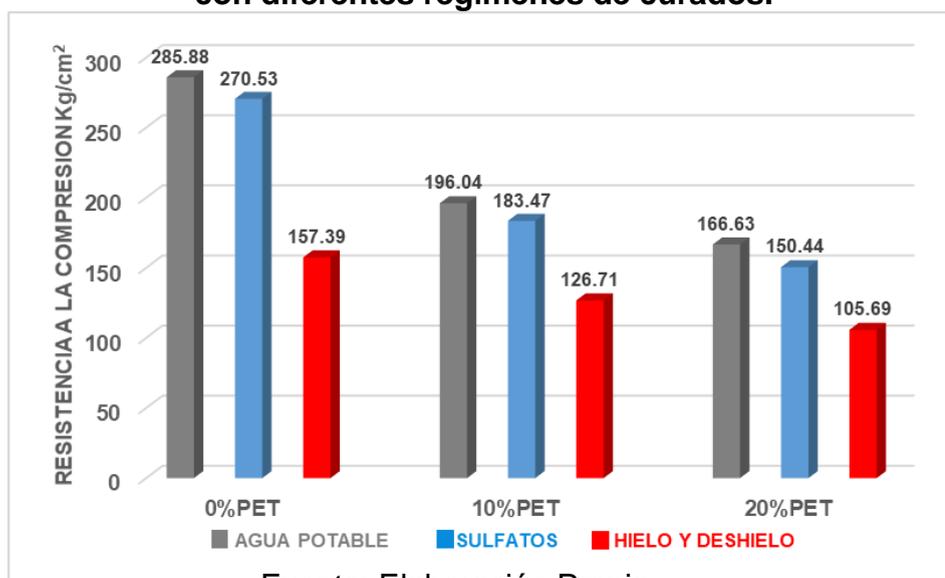
En el gráfico 15 se muestran las resistencias a la compresión a un periodo de 7 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados (agua potable, sulfato, al ciclo hielo y deshielo), los datos reflejan que el concreto sin la adición de PET a curado a sulfato tiene un crecimiento del 2.21% de su resistencia respecto al concreto patrón curado a agua potable, también se observa que con el curado al ciclo hielo y deshielo el concreto baja su resistencia un 42.08% respecto al concreto patrón y un 44.29% respecto al concreto a curado al ciclo hielo y deshielo. El concreto con la adición del 10% a curado a sulfatos tuvo una caída en su resistencia del 11.54% respecta al concreto con la adición del 10% de PET a curado a agua potable, y en el ensayo al ciclo hielo y deshielo bajo su resistencia un 29.43% respecto al concreto con el 10% a curado a agua potable y un 17.89% respecto al concreto con el 10% a curado a sulfatos. El concreto con la adición del 20% a curado a sulfatos tuvo una caída en su resistencia del 14.66% respecta al concreto con la adición del 20% a curado a agua potable, y en el ensayo al ciclo hielo y deshielo bajo su resistencia un 37.20% respecto al concreto con el 20% a curado a agua potable y un 22.53% respecto al concreto con el 20% a curado a sulfatos. Esto refleja que con la adición del 10% de PET se reduce la caída de la resistencia a la compresión a los 7 días de curado a sulfatos y hielo y deshielo.

Tabla 41: Ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 14 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)									
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad (días)	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm ²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm ²)
		Moldeo	Rotura			KN	Kgf		
1	CONCRETO PATRON	20-sep	04-oct	Agua Potable	14	219.60	22392.61	285.15	285.88
2				Agua Potable	14	220.33	22467.05	286.10	
3				Agua Potable	14	220.56	22490.50	286.39	
1	CONCRETO PATRON	20-sep	04-oct	Sulfato (10000 ppm)	14	206.03	21008.88	267.53	270.53
2				Sulfato (10000 ppm)	14	207.93	21202.62	269.99	
3				Sulfato (10000 ppm)	14	211.08	21523.83	274.08	
1	CONCRETO PATRON	25-sep	09-oct	Hielo y Deshielo	14	119.77	12212.95	155.52	157.39
2				Hielo y Deshielo	14	121.63	12402.61	157.93	
3				Hielo y Deshielo	14	122.24	12464.81	158.73	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	11-oct	Agua Potable	14	151.72	15470.89	197.01	196.04
2				Agua Potable	14	150.35	15331.19	195.23	
3				Agua Potable	14	150.85	15382.17	195.88	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	11-oct	Sulfato (10000 ppm)	14	141.47	14425.70	183.70	183.47
2				Sulfato (10000 ppm)	14	140.56	14332.90	182.52	
3				Sulfato (10000 ppm)	14	141.23	14401.22	183.38	
4				Sulfato (10000 ppm)	14	142.25	14505.23	184.71	
5				Sulfato (10000 ppm)	14	140.95	14372.67	183.02	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	27-sep	11-oct	Hielo y Deshielo	14	98.23	10016.51	127.55	126.71
2				Hielo y Deshielo	14	96.79	9869.68	125.68	
3				Hielo y Deshielo	14	97.56	9948.19	126.68	
4				Hielo y Deshielo	14	98.12	10005.30	127.41	
5				Hielo y Deshielo	14	97.22	9913.52	126.24	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	12-oct	Agua Potable	14	128.96	13150.26	167.46	166.63
2				Agua Potable	14	127.80	13031.51	165.94	
3				Agua Potable	14	128.22	13074.85	166.49	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	12-oct	Sulfato (10000 ppm)	14	116.01	11829.07	150.63	150.44
2				Sulfato (10000 ppm)	14	115.26	11752.98	149.66	
3				Sulfato (10000 ppm)	14	115.81	11809.00	150.38	
4				Sulfato (10000 ppm)	14	116.65	11894.29	151.46	
5				Sulfato (10000 ppm)	14	115.58	11785.59	150.08	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	28-sep	12-oct	Hielo y Deshielo	14	81.45	8305.46	105.76	105.69
2				Hielo y Deshielo	14	82.10	8371.74	106.61	
3				Hielo y Deshielo	14	81.13	8272.83	105.35	
4				Hielo y Deshielo	14	81.25	8285.06	105.50	
5				Hielo y Deshielo	14	81.04	8263.65	105.23	

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 16: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 14 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados.



Fuente: Elaboración Propia.

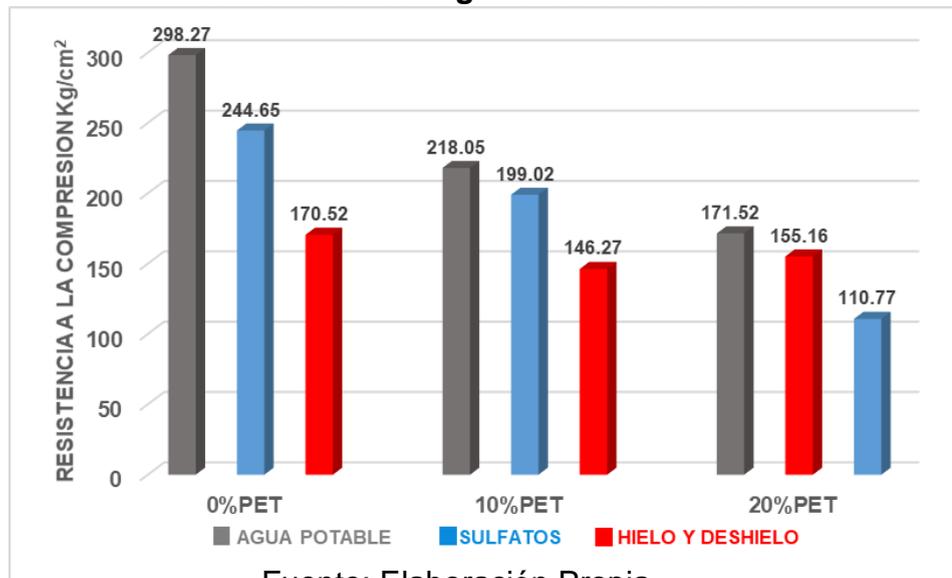
En el gráfico 16 se muestran las resistencias a la compresión a un periodo de 14 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados (agua potable, sulfato, al ciclo hielo y deshielo), los datos reflejan que el concreto sin la adición de PET a curado a sulfato tiene un crecimiento del 5.37% de su resistencia respecto al concreto patrón curado a agua potable, también se observa que con el curado al ciclo hielo y deshielo el concreto baja su resistencia un 44.94% respecto al concreto patrón y un 39.58% respecto al concreto a curado al ciclo hielo y deshielo. El concreto con la adición del 10% a curado a sulfatos tuvo una caída en su resistencia del 6.41% respecta al concreto con la adición del 10% de PET a curado a agua potable, y en el ensayo al ciclo hielo y deshielo bajo su resistencia un 35.36% respecto al concreto con el 10% a curado a agua potable y un 28.95% respecto al concreto con el 10% a curado a sulfatos. El concreto con la adición del 20% a curado a sulfatos tuvo una caída en su resistencia del 9.72% respecta al concreto con la adición del 20% a curado a agua potable, y en el ensayo al ciclo hielo y deshielo bajo su resistencia un 36.57% respecto al concreto con el 20% a curado a agua potable y un 26.86% respecto al concreto con el 20% a curado a sulfatos. Esto refleja que con la adición del 10% de PET se reduce la caída de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado a sulfatos y hielo y deshielo.

Tabla 42: Ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 28 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)									
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm ²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm ²)
		Moldeo	Rotura		(días)	KN	Kgf		
1	CONCRETO PATRON	20-sep	18-oct	Agua Potable	28	228.14	23263.44	296.24	298.27
2				Agua Potable	28	229.41	23392.94	297.89	
3				Agua Potable	28	231.56	23612.17	300.68	
1	CONCRETO PATRON	20-sep	18-oct	Sulfato (10000 ppm)	28	190.41	19416.11	247.24	244.65
2				Sulfato (10000 ppm)	28	189.25	19297.82	245.74	
3				Sulfato (10000 ppm)	28	185.57	18922.06	240.95	
1	CONCRETO PATRON	25-sep	23-oct	Hielo y Deshielo	28	132.13	13473.30	171.57	170.52
2				Hielo y Deshielo	28	131.98	13458.00	171.37	
3				Hielo y Deshielo	28	129.85	13240.80	168.61	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	25-sep	23-oct	Agua Potable	28	167.95	17125.86	218.08	218.05
2				Agua Potable	28	168.27	17158.49	218.50	
3				Agua Potable	28	167.56	17086.09	217.57	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	25-sep	23-oct	Sulfato (10000 ppm)	28	154.13	15716.64	200.14	199.02
2				Sulfato (10000 ppm)	28	153.85	15688.08	199.77	
3				Sulfato (10000 ppm)	28	151.72	15470.89	197.01	
4				Sulfato (10000 ppm)	28	152.26	15525.95	197.71	
5				Sulfato (10000 ppm)	28	154.41	15745.19	200.50	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	25-sep	23-oct	Hielo y Deshielo	28	112.45	11466.53	146.01	146.27
2				Hielo y Deshielo	28	110.87	11305.41	143.96	
3				Hielo y Deshielo	28	113.42	11565.44	147.27	
4				Hielo y Deshielo	28	114.10	11634.78	148.16	
5				Hielo y Deshielo	28	112.41	11462.45	145.96	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	26-sep	24-oct	Agua Potable	28	132.21	13481.66	171.68	171.52
2				Agua Potable	28	131.45	13403.96	170.69	
3				Agua Potable	28	132.62	13523.26	172.21	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	26-sep	24-oct	Sulfato (10000 ppm)	28	119.52	12187.45	155.19	155.16
2				Sulfato (10000 ppm)	28	119.75	12210.91	155.49	
3				Sulfato (10000 ppm)	28	118.45	12078.35	153.81	
4				Sulfato (10000 ppm)	28	119.63	12198.67	155.34	
5				Sulfato (10000 ppm)	28	120.12	12248.64	155.97	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	26-sep	24-oct	Hielo y Deshielo	28	92.41	9422.74	119.99	110.77
2				Hielo y Deshielo	28	92.99	9481.68	120.74	
3				Hielo y Deshielo	28	91.55	9335.20	118.87	
4				Hielo y Deshielo	28	74.55	7601.45	96.80	
5				Hielo y Deshielo	28	75.04	7651.55	97.43	

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 17: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 28 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados.



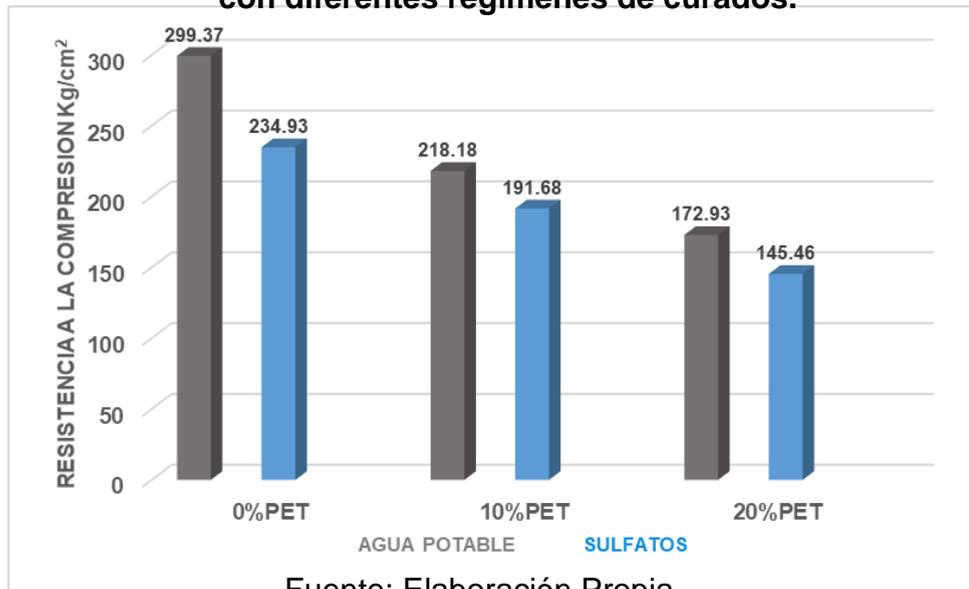
En el gráfico 17 se muestran las resistencias a la compresión a un periodo de 28 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados (agua potable, sulfato, al ciclo hielo y deshielo), los datos reflejan que el concreto sin la adición de PET a curado a sulfato tiene una caída del 17.98% de su resistencia respecto al concreto patrón curado a agua potable, también se observa que con el curado al ciclo hielo y deshielo el concreto baja su resistencia un 42.83% respecto al concreto patrón y un 24.85% respecto al concreto a curado a sulfato. El concreto con la adición del 10% a curado a sulfatos tuvo una caída en su resistencia del 8.73% respecto al concreto con la adición del 10% de PET a curado a agua potable, y en el ensayo al ciclo hielo y deshielo bajo su resistencia un 32.92% respecto al concreto con el 10% a curado a agua potable y un 24.19% respecto al concreto con el 10% a curado a sulfatos. El concreto con la adición del 20% a curado a sulfatos tuvo una caída en su resistencia del 9.54% respecto al concreto con la adición del 20% a curado a agua potable, y en el ensayo al ciclo hielo y deshielo bajo su resistencia un 35.42% respecto al concreto con el 20% a curado a agua potable y un 25.88% respecto al concreto con el 20% a curado a sulfatos. Esto refleja que con la adición del 10% de PET se reduce la caída de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado a sulfatos y hielo y deshielo.

Tabla 43: Ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 56 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados.

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CIRCULARES DE CONCRETO (NORMA TÉCNICA PERUANA NPT 339.034, ASTM C39)									
N°de testigos	Estructura	fecha de rotura		Curado	Edad	Carga		Resistencia obtenida F _c (kg/cm ²)	Resistencia F _c Promedio (kg/cm ²)
		Moldeo	Rotura		(días)	KN	Kgf		
1	CONCRETO PATRON	20-sep	18-oct	Agua Potable	56	229.56	23408.23	298.08	299.37
2				Agua Potable	56	231.21	23576.48	300.22	
3				Agua Potable	56	230.89	23543.85	299.81	
1	CONCRETO PATRON	20-sep	18-oct	Sulfato (10000 ppm)	56	182.25	18584.03	236.65	234.93
2				Sulfato (10000 ppm)	56	179.87	18341.34	233.56	
3				Sulfato (10000 ppm)	56	180.67	18422.92	234.60	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	25-sep	23-oct	Agua Potable	56	167.45	17074.88	217.43	218.18
2				Agua Potable	56	168.12	17143.20	218.30	
3				Agua Potable	56	168.52	17183.98	218.82	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10%	25-sep	23-oct	Sulfato (10000 ppm)	56	147.52	15042.61	191.55	191.68
2				Sulfato (10000 ppm)	56	148.25	15117.05	192.50	
3				Sulfato (10000 ppm)	56	148.23	15115.01	192.47	
4				Sulfato (10000 ppm)	56	146.54	14942.68	190.28	
5				Sulfato (10000 ppm)	56	147.55	15045.67	191.59	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	26-sep	24-oct	Agua Potable	56	132.94	13555.89	172.62	172.93
2				Agua Potable	56	133.45	13607.90	173.28	
3				Agua Potable	56	133.14	13576.29	172.88	
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20%	26-sep	24-oct	Sulfato (10000 ppm)	56	112.52	11473.66	146.11	145.46
2				Sulfato (10000 ppm)	56	112.36	11457.35	145.90	
3				Sulfato (10000 ppm)	56	110.89	11307.45	143.99	
4				Sulfato (10000 ppm)	56	111.87	11407.38	145.26	
5				Sulfato (10000 ppm)	56	112.47	11468.57	146.04	

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 18: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión a un periodo de 28 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados.



En el gráfico 18 se muestran las resistencias a la compresión a un periodo de 28 días de las probetas al 10% y 20% de fibra de PET con diferentes regímenes de curados (agua potable, sulfato), los datos reflejan que el concreto sin la adición de PET a curado a sulfato tiene una caída del 21.53% de su resistencia respecto al concreto patrón curado a agua potable, el concreto con la adición del 10% a curado a sulfatos tuvo una caída en su resistencia del 12.15% respecta al concreto con la adición del 10% de PET a curado a agua potable, el concreto con la adición del 20% a curado a sulfatos tuvo una caída en su resistencia del 15.88% respecta al concreto con la adición del 20% a curado a agua potable. Esto refleja que con la adición del 10% de PET se reduce la caída de la resistencia a la compresión a los 56 días de curado a sulfatos.

4.9. Análisis de datos estadísticos.

Variable dependiente: Resistencia del concreto.

Resistencia a la compresión

Tabla 44: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (ANOVA a 7 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8324.737	2	4162.369	9.995	0.012	5.143
Dentro de los grupos	2498.635	6	416.439			
Total	10823.372	8				

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 44 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor revela que hay diferencias en la resistencia a la compresión. ($F= 9.995 \text{ kg/cm}^2$; $p<0.05$).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo 13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 45: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (TUKEY a 7 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	595.160	198.387	1173.644
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	3	443.666	147.889	43.932
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	3	377.116	125.705	31.741

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 46: valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 7 días).

HSD=	51.13
Multiplicador=	4.34
Mse=	416.44
n=	3

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 46 se muestra el valor de la diferencia honestamente significativa, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 01.

Cuadro 01: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 7 días).

	A	B	C
A		50.50	72.68
B			22.18
C			

Fuente: Elaboración Propia.

Como la HSD obtuvo un valor de 51.13, del cuadro 01 se observa que hay diferencias significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la adición del 20% de pet, mientras que entre concreto patrón y el concreto con la adición del 10% no hay diferencias ya que obtiene un valor de 50.50 y es menor a la diferencia honestamente significativa, como también se evidencia que entre el concreto con la adición del 10% y el concreto con la adición del 20% no hay diferencia significativa.

Tabla 47: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (ANOVA a 14 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	23156.294	2	11578.147	19090.408	0.000	5.143
Dentro de los grupos	3.639	6	0.606			
Total	23159.933	8				

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 47 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor revela que hay diferencias en la resistencia a la compresión. ($F= 19090.408 \text{ kg/cm}^2$; $p<0.05$).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo 13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 48: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (TUKEY a 14 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	857.636	285.879	0.424
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	3	588.110	196.037	0.810
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	3	499.893	166.631	0.585

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 49: valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 14 días).

HSD=	1.95
Multiplicador=	4.34
Mse=	0.61
n=	3

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 49 se muestra el valor de la diferencia honestamente significativa, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 02.

Cuadro 02: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 14 días).

	A	B	C
A		50.50	72.68
B			22.18
C			

Fuente: Elaboración Propia.

Como la HSD obtuvo un valor de 1.95, del cuadro 02 se observa que hay diferencias significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la adición del 10% y 20% de pet.

Tabla 50: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (ANOVA a 28 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	24663.58	2	12331.79	6327.44	0.00	5.14
Dentro de los grupos	11.69	6	1.95			
Total	24675.28	8				

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 50 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor revela que hay diferencias en la resistencia a la compresión. ($F= 6327.44 \text{ kg/cm}^2$; $p<0.05$).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo 13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 51: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (TUKEY a 28 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	894.799	298.266	5.039
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	3	654.151	218.050	0.213
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	3	514.566	171.522	0.595

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 52: valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 28 días).

HSD=	3.50
Multiplicador=	4.34
Mse=	1.95
n=	3

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 52 se muestra el valor de la diferencia honestamente significativa, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 03.

Cuadro 03: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 28 días).

	A	B	C
A		80.22	126.74
B			46.53
C			

Fuente: Elaboración Propia.

Como la HSD obtuvo un valor de 3.50, del cuadro 03 se observa que hay diferencias significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la adición del 10% y 20% de pet.

Tabla 53: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (ANOVA a 56 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	24626.859	2	12313.429	19492.754	0.000	5.143
Dentro de los grupos	3.790	6	0.632			
Total	24630.649	8				

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 53 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor revela que hay diferencias en la resistencia a la compresión. ($F= 19492.754 \text{ kg/cm}^2$; $p<0.05$).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 54: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (TUKEY a 56 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	898.11	299.37	1.29
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	3	654.55	218.18	0.49
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	3	518.78	172.93	0.11

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 55: Valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 56 días).

HSD=	1.99
Multiplicador=	4.34
Mse=	0.63
n=	3

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 55 se muestra el valor de la diferencia honestamente significativa, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 04.

Cuadro 04: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 56 días).

	A	B	C
A		81.19	126.44
B			45.26
C			

Fuente: Elaboración Propia.

Como la HSD obtuvo un valor de 1.99, del cuadro 04 se observa que hay diferencias significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la adición del 10% y 20% de pet.

Luego de ver las diferencias de las medias entre los grupos se pasó a la prueba de contrastación de la hipótesis media la prueba del T-STUDENT. Para ello se formularon las siguientes hipótesis:

$H_0: \mu < 299.37 \text{ kg/cm}^2$ La adición del material reciclado tipo PET al concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ no mejora la resistencia a la compresión.

$H_0: \mu > 299.37 \text{ kg/cm}^2$ La adición del material reciclado tipo PET al concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ no mejora la resistencia a la compresión.

Para esta prueba se utilizó un nivel de confianza del 95%, un nivel de significancia del 5% y la media hipotética de 299.37 kg/cm^2 , la cual es el promedio de la resistencia obtenida del concreto patrón. Se calcula la media aritmética, la desviación estándar y el valor t.

En la tabla 56 se realiza el cálculo previo para la obtención de la desviación estándar. Para su aplicación en la siguiente formula:

$$S_d = \sqrt{\frac{(d_i - d)^2}{n - 1}}$$

Tabla 56: Cálculos previos para la obtención de la desviación estándar.

	20% PET	di-d	(di-d)²
d_i=	172.62	-0.31	0.09
d_i=	173.28	0.35	0.12
d_i=	172.88	-0.05	0.00
d=	172.93	SUMA=	0.22

Fuente: Minilab

Cálculo de la desviación estándar:

$$S_d = \sqrt{\frac{0.22}{3 - 1}} = 0.332$$

Cuadro 05: Estadísticas descriptivas.

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estandar de la media 95%	Limite inferior de para μ
3	172.93	0.332	0.445	170.23

Fuente: Minitab

Cálculo del valor t:

$$t = \frac{d - \mu}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{172.93 - 299.37}{\frac{0.332}{\sqrt{3}}} = -658.73$$

Cuadro 06: Valores T y p.

Prueba	
Hipotesis nula	$H_0: \mu = 299.37$
Hipotesis alterna	$H_1: \mu > 299.37$
Valor T	Valor p
-658.73	1.000

Fuente: Minitab

Para cálculo del t critico se utilizó la tabla (anexo 14), que está en función a los grados de libertad siendo esta 2 y el nivel de significancia del 0.05. obteniendo asi un valor t critico igual a -2.920.

Gráfico 18: Grafica de distribución cola izquierda.



Fuente: Minitab

Discusión y conclusión:

Como se observa se obtuvo un valor $t = -658.73$ es por ello que se rechaza la hipótesis alterna y acepta la hipótesis nula, ya que el T calculado se encuentra en la región de rechazo. También se rechaza la hipótesis alterna porque valor de $p = 1.000$ es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y por ello se acepta la hipótesis nula.

Con estos resultados concluimos que con la incorporación del material reciclado tipo PET al concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ no le da un buen comportamiento ante los ataques a sulfato sodio, esto haciendo la comparación entre el grupo patrón sin pet y el grupo con la adición del 20% de pet.

Variable dependiente: Durabilidad del concreto.

Resistencia a la compresión del concreto a curado a sulfato.

Tabla 57: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado a sulfato (ANOVA a 7 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	17565.50	2	8782.75	38.17	0.00	4.10
Dentro de los grupos	2301.19	10	230.12			
Total	19866.69	12				

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 57 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor revela que hay diferencias en la resistencia a la compresión. ($F = 38.17 \text{ kg/cm}^2$; $p < 0.05$).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo 13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 58: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado a sulfato (TUKEY a 7 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	608.34	202.78	872.93
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	5	654.11	130.82	83.01
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	5	536.37	107.27	55.82

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 59: valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 7 días).

HSD(A-B)≡	33.98	HSD(A-C)≡	33.98	HSD(B-C)≡	26.32
Multiplicador≡	3.88	Multiplicador≡	3.88	Multiplicador≡	3.88
Mse≡	230.12	Mse≡	230.12	Mse≡	230.12
n≡	3	n≡	3	n≡	5

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 59 se muestra el valor de las diferencias honestamente significativas, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 07.

Cuadro 07: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 7 días).

	A	B	C
A		71.96	95.51
B			23.55
C			

Fuente: Elaboración Propia.

Como la HSD obtuvo un valor de 33.98 para los grupos (A-B) y (A-C), del cuadro 07 se observa que hay diferencias significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la incorporación del 10% de pet, también entre concreto patrón y el concreto con la incorporación del 20%, como

también se evidencia que entre el concreto con la adición del 10% y el concreto con la adición del 20% no hay diferencia significativa.

Tabla 60: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (ANOVA a 14 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	27485.879	2	13742.94	5192.43	0.00	4.10
Dentro de los grupos	26.467	10	2.65			
Total	27512.346	12				

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 60 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor revela que hay diferencias en la resistencia a la compresión. ($F= 5192.43 \text{ kg/cm}^2$; $p<0.05$).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo 13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 61: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (TUKEY a 14 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	811.605	270.535	10.969
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	5	917.327	183.465	0.677
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	5	752.209	150.442	0.455

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 62: valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 14 días).

HSD(A-B)=	3.64	HSD(A-C)=	3.64	HSD(B-C)=	2.82
Multiplicador=	3.88	Multiplicador=	3.88	Multiplicador=	3.88
Mse=	2.65	Mse=	2.65	Mse=	2.65
n=	3	n=	3	n=	5

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 62 se muestra el valor de la diferencia honestamente significativa, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 08.

Cuadro 08: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 14 días).

	A	B	C
A		87.07	120.09
B			33.02
C			

Fuente: Elaboración Propia

Como la HSD obtuvo un valor de 3.64 para los grupos (A-B), (A-C) y para el grupo (B-C) obtuvo 2.82, del cuadro 08 se observa que hay diferencias significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la adición del 10% y 20% de pet.

Tabla 63: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (ANOVA a 28 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	15341.42	2	7670.71	2259.39	0.00	4.10
Dentro de los grupos	33.95	10	3.40			
Total	15375.37	12				

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 63 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor revela que hay diferencias en la resistencia a la compresión. ($F= 2259.39 \text{ kg/cm}^2$; $p<0.05$).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo 13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 64: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (TUKEY a 28 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	733.942	244.647	10.767
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	5	995.120	199.024	2.444
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	5	775.806	155.161	0.660

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 65: valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 28 días).

HSD(A-B)=	4.13	HSD(A-C)=	4.13	HSD(B-C)=	3.20
Multiplicador=	3.88	Multiplicador=	3.88	Multiplicador=	3.88
Mse=	3.40	Mse=	3.40	Mse=	3.40
n=	3	n=	3	n=	5

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 65 se muestra el valor de las diferencias honestamente significativas, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 09.

Cuadro 09: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 28 días).

	A	B	C
A		45.62	89.49
B			43.86
C			

Fuente: Elaboración Propia.

Como la HSD obtuvo un valor de 4.13 para los grupos (A-B), (A-C) y para el grupo (B-C) obtuvo 3.20, del cuadro 09 se observa que hay diferencias

significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la adición del 10% y 20% de pet.

Tabla 66: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (ANOVA a 56 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	15504.89	2	7752.44	6810.42	0.00	4.10
Dentro de los grupos	11.38	10	1.14			
Total	15516.27	12				

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 66 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor indica que hay diferencias en la resistencia a la compresión. (F= 6810.42 kg/cm²; p<0.05).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo 13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 67: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado sulfato (TUKEY a 56 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	704.804	234.935	2.473
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	5	958.399	191.680	0.822
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	5	727.294	145.459	0.787

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 68: valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 56 días).

HSD(A-B)=	2.39	HSD(A-C)=	2.39	HSD(B-C)=	1.85
Multiplicador=	3.88	Multiplicador=	3.88	Multiplicador=	3.88
Mse=	1.14	Mse=	1.14	Mse=	1.14
n=	3	n=	3	n=	5

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 68 se muestra el valor de las diferencias honestamente significativas, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 10.

Cuadro 10: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 56 días).

	A	B	C
A		43.26	89.48
B			46.22
C			

Fuente: Elaboración Propia.

Como la HSD obtuvo un valor de 2.39 para los grupos (A-B), (A-C) y para el grupo (B-C) obtuvo 1.85, del cuadro 10 se observa que hay diferencias significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la adición del 10% y 20% de pet.

Luego de ver las diferencias de las medias entre los grupos se pasó a la prueba de contrastación de la hipótesis media la prueba del T-STUDENT. Para ello se formularon las siguientes hipótesis:

$H_0: \mu < 234.93 \text{ kg/cm}^2$ La incorporación del material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ no le da un buen comportamiento ante los cambios bruscos de temperatura

$H_0: \mu > 234.93 \text{ kg/cm}^2$ La incorporación del material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ le da un buen comportamiento ante los cambios bruscos de temperatura.

Para esta prueba se utilizó un nivel de confianza del 95%, un nivel de significancia del 5% y la media hipotética de 299.37 kg/cm^2 , la cual es el promedio

de la resistencia obtenida del concreto patrón. Se calcula la media aritmética, la desviación estándar y el valor t.

En la tabla 69 se realiza el cálculo previo para la obtención de la desviación estándar. Para su aplicación en la siguiente formula:

$$S_d = \sqrt{\frac{(d_i - d)^2}{n - 1}}$$

Tabla 69: Cálculos previos para la obtención de la desviación estándar.

	20% PET	di-d	(di-d) ²
d _i =	146.11	0.65	0.42
d _i =	145.9	0.44	0.19
d _i =	143.99	-1.47	2.16
d _i =	145.26	-0.20	0.04
d _i =	146.04	0.58	0.34
d=	145.460	SUMA=	3.15

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de la desviación estándar:

$$S_d = \sqrt{\frac{3.15}{5 - 1}} = 0.888$$

Cuadro 11: Estadísticas descriptivas.

Estadísticas descriptivas				
			Error	Limite
			estandar de	inferior
N	Media	Desv.Est.	la media 95%	de
				para μ
3	145.46	0.888	0.397	144.61

Fuente: Minitab

Cálculo del valor t:

$$t = \frac{d - \mu}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{145.46 - 234.93}{\frac{0.888}{\sqrt{5}}} = -225.32$$

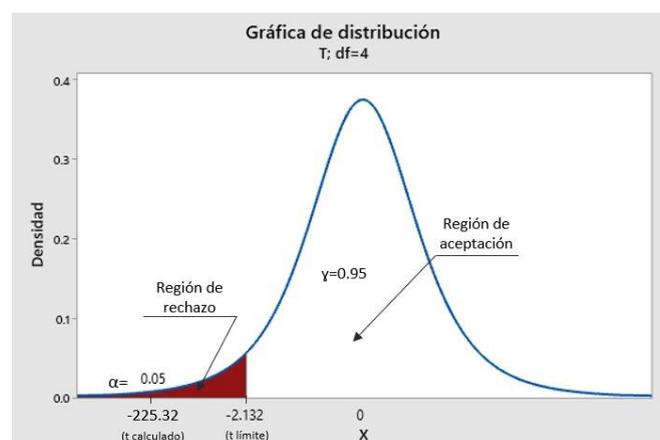
Cuadro 12: Valores t y p.

Prueba	
Hipotesis nula	$H_0: \mu = 234.93$
Hipotesis alterna	$H_1: \mu > 234.93$
Valor T	Valor p
-225.32	1.000

Fuente: Minitab

Para cálculo del t crítico se utilizó la tabla (anexo 14), que está en función a los grados de libertad siendo esta 4 y el nivel de significancia del 0.05. obteniendo así un valor t crítico igual a -2.132.

Gráfico 19: Grafica de distribución cola izquierda.



Fuente: Minitab.

Discusión y conclusión:

Como se observa en el cuadro 12 y grafico 19, se obtuvo un valor $t = -225.32$ es por ello que se rechaza la hipótesis alterna y acepta la hipótesis nula, ya que el T calculado se encuentra en la región de rechazo. También se rechaza la

hipótesis alterna porque valor de $p=1.000$ es mayor al nivel de significancia $\alpha=0.05$ y por ello se acepta la hipótesis nula.

Con estos resultados concluimos que con la incorporación del material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ no le da un buen comportamiento ante los ataques a sulfato sodio, esto haciendo la comparación entre el grupo patrón sin pet y el grupo con la adición del 20% de pet.

Variable dependiente: Durabilidad del concreto.

Resistencia a la compresión del concreto a curado al ciclo hielo y deshielo

Tabla 70: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (ANOVA a 7 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2862.212	2	1431.11	78.34	0.00	4.10
Dentro de los grupos	182.682	10	18.27			
Total	3044.894	12				

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 70 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor revela que hay diferencias en la resistencia a la compresión. ($F= 78.34 \text{ kg/cm}^2$; $p<0.05$).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo 13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 71: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (TUKEY a 7 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	344.722	114.907	86.121
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	5	521.796	104.359	1.660
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	5	394.739	78.948	0.950

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 72: valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 7 días).

HSD(A-B)=	9.57	HSD(A-C)=	9.57	HSD(B-C)=	7.42
Multiplicador=	3.88	Multiplicador=	3.88	Multiplicador=	3.88
Mse=	18.27	Mse=	18.27	Mse=	18.27
n=	3	n=	3	n=	5

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 72 se muestra el valor de la diferencia honestamente significativa, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 13.

Cuadro 13: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 7 días).

	A	B	C
A		10.55	35.96
B			25.41
C			

Fuente: Elaboración Propia.

Del cuadro 13 se observa que hay diferencias significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la adición del 10% de pet, ya que se tiene un valor mayor al HSD para su grupo que es de 9.57, también entre concreto patrón y el concreto con la adición del 20% hay diferencias ya que obtiene un valor mayor al HSD para su grupo que es de 9.57, como también se evidencia que entre el concreto con la adición del 10% y el concreto con la adición del 20% hay diferencia significativa.

Tabla 73: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (ANOVA a 14 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5020.80	2	2510.40	2708.94	0.00	4.10
Dentro de los grupos	9.27	10	0.93			
Total	5030.07	12				

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 73 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor revela que hay diferencias en la

resistencia a la compresión. ($F= 2708.94 \text{ kg/cm}^2$; $p<0.05$).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo 13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 74: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (TUKEY a 14 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	472.181	157.394	2.791
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	5	633.557	126.711	0.619
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	5	528.444	105.689	0.302

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75: valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 14 días).

HSD(A-B)=	2.16	HSD(A-C)=	2.16	HSD(B-C)=	1.67
Multiplicador=	3.88	Multiplicador=	3.88	Multiplicador=	3.88
Mse=	0.93	Mse=	0.93	Mse=	0.93
n=	3	n=	3	n=	5

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 75 se muestra el valor de la diferencia honestamente significativa, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 14.

Cuadro 14: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 14 días).

	A	B	C
A		30.68	51.70
B			21.02
C			

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro 14 se observa que hay diferencias significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la adición del 10% y

20% de pet. Ya que los valores obtenidos son mayores a los HSD.

Tabla 76: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (ANOVA a 28 días).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7222.01	2	3611.01	56.54	0.00	4.10
Dentro de los grupos	638.68	10	63.87			
Total	7860.69	12				

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 76 muestra del análisis ANOVA del cual como el nivel de significancia es de 0.05 y el valor de P es menor a ese valor revela que hay diferencias en la resistencia a la compresión. ($F= 56.54 \text{ kg/cm}^2$; $p<0.05$).

Se verá que grupos están haciendo diferencia para la cual utilizaremos la prueba de **Tukey**. Para este análisis se calculará la diferencia honestamente significativa (HSD), para ello es necesario hacer uso del multiplicador (el cual está en función a los grados de libertad y a la cantidad de grupos (anexo 13), el cuadrado del error medio (Mse) y el tamaño de cada uno de los grupos.

Tabla 77: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado al ciclo hielo y deshielo (TUKEY a 28 días).

Grupos	Datos	Suma	Promedio	Varianza
CONCRETO PATRON (A)	3	511.551	170.517	2.742
CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (B)	5	731.371	146.274	2.513
CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (C)	5	553.834	110.767	155.786

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 78: valores obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 28 días).

HSD(A-B)≡	17.90	HSD(A-C)≡	17.90	HSD(B-C)≡	13.87
Multiplicador≡	3.88	Multiplicador≡	3.88	Multiplicador≡	3.88
Mse≡	63.87	Mse≡	63.87	Mse≡	63.87
n≡	3	n≡	3	n≡	5

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 78 se muestra el valor de la diferencia honestamente significativa, la cual servirá para ver la diferencia que existen entre grupos la cual se detalla en el cuadro 15.

Cuadro 15: diferencias entre grupos obtenidos del Análisis estadístico (TUKEY a 28 días).

	A	B	C
A		24.24	59.75
B			35.51
C			

Fuente: Elaboración Propia.

Del cuadro 15 se observa que hay diferencias significativas en su resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con la adición del 10% y 20% de pet. Ya que los valores obtenidos son mayores a los HSD.

Luego de ver que hay diferencias de medias entre los grupos se pasó a la prueba de contrastación de la hipótesis media la prueba del T-STUDENT. Para ello se formularon las siguientes hipótesis:

$H_0: \mu < 170.52 \text{ kg/cm}^2$ La incorporación del material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ no le da un buen comportamiento ante los cambios bruscos de temperatura

$H_0: \mu > 170.52 \text{ kg/cm}^2$ La incorporación del material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ le da un buen comportamiento ante los cambios bruscos de temperatura

Para esta prueba se utilizó un nivel de confianza del 95%, un nivel de significancia del 5% y la media hipotética de 299.37 kg/cm^2 , la cual es el promedio de la resistencia obtenida del concreto patrón. Se calcula la media aritmética, la desviación estándar y el valor t.

En la tabla 79 se realiza el cálculo previo para la obtención de la desviación estándar. Para su aplicación en la siguiente formula:

$$S_d = \sqrt{\frac{(d_i - d)^2}{n - 1}}$$

Tabla 79: Cálculos previos para la obtención de la desviación estándar.

	20% PET	di-d	(di-d) ²
d _i =	119.99	9.22	85.08
d _i =	120.74	9.97	99.48
d _i =	118.87	8.10	65.67
	96.8	-13.97	195.05
	97.43	-13.34	177.85
d=	110.77	SUMA=	623.14

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de la desviación estándar:

$$S_d = \sqrt{\frac{623.14}{5 - 1}} = 12.48$$

Cuadro 16: Estadísticas descriptivas.

Estadísticas descriptivas				
			Error estandar de la media 95%	Limite inferior de para μ
N	Media	Desv.Est.		
3	110.77	12.48	5.58	98.87

Fuente: Minitab.

Cálculo del valor t:

$$t = \frac{d - \mu}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{110.77 - 170.52}{\frac{12.48}{\sqrt{5}}} = -10.71$$

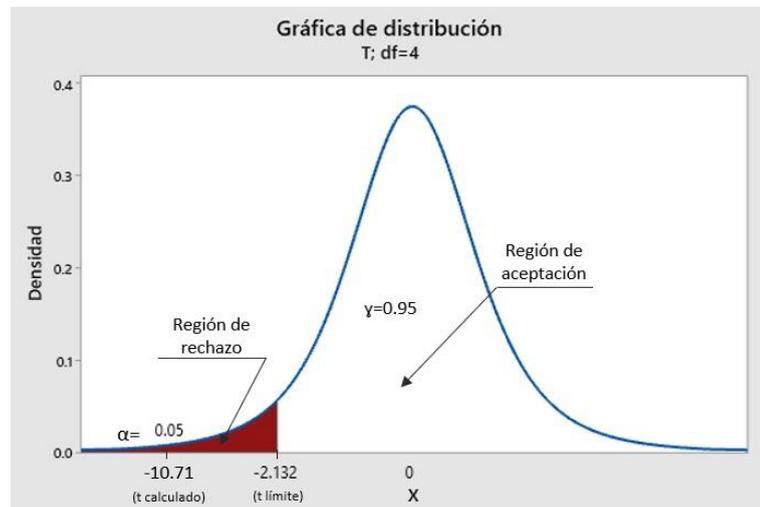
Cuadro 17: Valores t, p.

Prueba	
Hipotesis nula	H ₀ : $\mu = 234.93$
Hipotesis alterna	H ₁ : $\mu > 234.93$
Valor T	Valor p
-10.71	0.996

Fuente: Minitab.

Para cálculo del t crítico se utilizó la tabla (anexo 14), que está en función a los grados de libertad siendo esta 4 y el nivel de significancia del 0.05. obteniendo así un valor t crítico igual a -2.132.

Gráfico 20: Grafica de distribución cola izquierda.



Fuente: Minitab.

Discusión y conclusión:

Como se observa se obtuvo un valor $t = -10.71$ es por ello que se rechaza la hipótesis alterna y acepta la hipótesis nula, ya que el T calculado se encuentra en la región de rechazo. También se rechaza la hipótesis alterna porque valor de $p = 0.996$ es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y por ello se acepta la hipótesis nula.

Con estos resultados concluimos que con la incorporación del material reciclado tipo PET al concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ no le da un buen comportamiento ante los cambios bruscos de temperatura, esto haciendo la comparación entre el grupo patrón sin pet y el grupo con la adición del 20% de pet.

V. DISCUSIÓN

En la tabla N°26 y Grafico 03 se puede evidenciar el asentamiento del concreto patrón sin la adición de PET el cual tuvo un asentamiento de 3", el concreto con la adición del 10% de PET obtuvo un asentamiento de 1 1/2" y con la adición del 20% obtuvo 1", la cual evidencia una caída en la trabajabilidad del concreto cuando se le adiciona el material PET. Estos valores son semejantes con la exploración de Jean Pinedo (2019) en su tesis "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". Llego a la conclusión que a más incorporación de PET en el concreto el asentamiento disminuye. Ya que su concreto patrón obtuvo un asentamiento de 3 1/2", para el concreto con la adición del 5%, 10% y 15% de PET obtuvo 3", 2 1/2" y 1" respectivamente.

Según Silva RV, Brito J. y S. Nabajyoti, 2012. En su artículo de investigación "Influencia de las condiciones de curado en el rendimiento relacionado con la durabilidad del concreto hecho con agregados de desechos plásticos seleccionados. El cual llego a la conclusión que, por lo general, las mezclas de concreto con una cantidad cada vez mayor de plásticos seleccionados de forma más gruesa, frágil e irregular tuvieron un peor desempeño relacionado con la durabilidad, independientemente de su régimen de curado. Esta conclusión concuerda con nuestros resultados ya que al incorporar más porcentaje de PET al concreto disminuye su resistencia sin importar las condiciones de curado. Así como se observó en nuestros resultados obtenidos con la adición del 10% de PET a curado a sulfatos durante 7 días, reduce su resistencia un 35.49% (130.82kg/cm^2) del concreto patrón (202.78kg/cm^2).

VI. CONCLUSIONES

OG. Se analizó la durabilidad del concreto sometidos al ataque a sulfatos y al ciclo hielo y deshielo, se concluye que el concreto sometido a estos regímenes de curado refleja cambios en su apariencia a temprana edad y estos cambios reducen la resistencia del concreto y por ende reduce su durabilidad.

Se observó que el comportamiento del concreto con la adición de PET, tiende a reducir su trabajabilidad cuando se le adiciona mayores porcentajes de PET, también presenta disminución de la resistencia a compresión y cambios de apariencia en su entorno. (tabla 26, grafico 03, anexos 23-24).

OE1. Se observó la durabilidad del concreto ante los cambios bruscos de temperatura (ciclo hielo - deshielo -18°C), se puede concluir que el concreto refleja cambios en su apariencia ya que este presentó eflorescencia (salitre) en su entorno y este es un causante de la pérdida de la resistencia de la compresión y por ende reduce su durabilidad. (anexo 31).

En cuanto a la resistencia a la compresión del concreto ante el ciclo hielo y deshielo a los 28 días, el concreto sin pet evidenció una caída del 42.83% de su resistencia respecto al concreto patrón, mientras que con la adición del 10 y 20% se evidenció que ayuda en la disminución de la resistencia a la compresión, disminuyendo un 32.92% ,35.42% respectivamente de la resistencia del concreto con la adición de pet a curado normal. (anexo 33).

OE2. Se estudió la durabilidad del concreto ante el ataque de sulfato (10g/lt), de ello se puede concluir que el concreto refleja cambios en su apariencia ya que este presentó cristalización de sales (estringita) en su entorno y este es causante de la reducción de la durabilidad del concreto. (anexo 27–28).

En cuanto a la resistencia a la compresión del concreto ante el ataque de sulfato, el concreto sin pet a los 7 días logró incrementar su resistencia 2.21% respecto al concreto, a los 14 días se evidenció la caída de la resistencia 5.37% y a los 28 días un 17.98% y a los 56 días un 21.53% de su resistencia respecto al concreto patrón respectivamente. Es por ello que se concluye que el ataque de daño del sulfato al concreto es a través del tiempo. (anexo 33).

OE3. Se comparo la adición de PET en un 10 y 20 % en relación al peso del cemento, se concluye que al adicionar el 10% de pet con las dimensiones de largo 69mm, de ancho 3.4mm y de grosor 0.3mm al concreto podemos mejorar la durabilidad y la caída de la resistencia del concreto ante los ataques a sulfato. (anexo 20).

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar investigaciones de la tecnología con concreto con la adición de PET en diferentes longitudes, anchos y espesores de la fibra. Ya que el concreto con la fibra PET ayuda en la durabilidad ante los ataques a sulfatos y al hielo y deshielo.

Se recomienda hacer ensayos de flexión, corte biaxial, para la aplicación de este concreto con la adición de PET en fibra la su utilización en lozas de entrepisos y pavimentos.

REFERENCIAS

ANGUMBA, Pedro. Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante. Tesis (Magister en Construcción), Cuenca: Universidad de Cuenca, 2016. 22pp.

AQUINO, Yordy. Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional. Tesis (Titulo en Ingeniería agrícola). Trujillo – Perú: Universidad Nacional de Trujillo, ciencias agropecuarias, 2019. 20-120pp.

Bui Ngoc, Satomi Tomoaki y Takahashi Hiroshi, 2018. “Reciclaje de desechos de sacos de plástico tejido y desechos de botellas de PET como fibras en concreto agregado reciclado”. Escuela de Graduados de Estudios Ambientales, Universidad de Tohoku, Sendai, Miyagi, Japón.

CALMET, Mario. Influencia del porcentaje en peso de PET molido sobre la densidad, absorción de agua y resistencia a la compresión en bloques de concreto. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Chimbote – Perú: Universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería, 2019. 8-36pp.

ECHEVARRIA, Evelyn. Ladrillos de concreto con plástico pet reciclado. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, facultad de ingeniería, 2017. 22pp.

Fraternali Fernando, Spadea Saverio y Berardi Valentino, 2014. “Efectos de las fibras de PET recicladas en las propiedades mecánicas y el curado del agua de mar de los hormigones a base de cemento Portland”. Universidad de Salerno, Departamento de Ingeniería Civil, Viale Ponte don Melillo, 84084 Fisciano, SA, Italia.

HERMANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6ª edición. México: Mc Graw Hill, 2014. 600 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

LECTOR, Michael y VILLARREAL, Edson. Utilización de material plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional del

Santa, facultad de ingeniería, 2017. 23-141pp.

LUIS Alesmar, RENDON Nalia y KORODY Maria. Diseño de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) – (cemento) [en línea]. Marzo 2008, n.º 1. [fecha de consulta:14 de mayo de 2020]. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100006#.XsX-sphLeHk.gmail

ISSN 0798-4065

MONTOYA, Ingrid. Diseño de un concreto con fibras de polietileno tereftalato (PET) reciclado para ña ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta – Ate – Lima Este (2018). Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Ricardo Palma, facultad de ingeniería, 2018. 20-184pp.

Plataforma de atención a la ciudadanía [en línea], Lima: Ministerio del ambiente,2017 [fecha de consulta: 24 de abril de 2020]. Disponible en www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/.

Nematzadeh Mahdi, Shahmansouri Amir y Fakoor Maziar, 2020. “Resistencia a la compresión después del fuego del hormigón agregado de PET reciclado reforzado con fibras de acero: optimización y predicción a través de RSM y GEP”. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Mazandaran, Babolsar, Irán.

PINEDO, Jean. Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclo (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018. Tesis (Titulo en Ingeniero Civil). Tarapoto - Perú: Universidad Nacional de San Martín, Ingeniería Civil y Arquitectura, 2019. 20-63pp.

Silva RV, Brito J. y Saikia Nabajyoti, 2012. “Influencia de las condiciones de curado en el rendimiento relacionado con la durabilidad del concreto hecho con agregados de desechos plásticos seleccionados”. Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco País, 1049-001 Lisboa, Portugal.

Thomas Lisa y Moosvi Syed, 2019. “Propiedades endurecidas del hormigón de cemento binario con fibras de botellas PET reciclado”. Departamento de ingeniería civil, Kumaraguru College of Technology, Coimbatore 641049, India.

Valderrama Mendoza, S. (s.f.). Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. Lima, Perú: San Marcos.

YELA, Jorge. Determinación del gradiente térmico en losas de pavimento de concreto hidráulico. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 2017. 29pp.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES		METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE: DURABILIDAD DEL CONCRETO		Tipo de investigación: Aplicada. Diseño de investigación pre-experimental
¿Al incorporar el material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ varía la durabilidad y resistencia del concreto?	Analizar como varía la durabilidad y la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ cuando se le adiciona material reciclado tipo PET (tereftalato de polietileno).	• La adición del material reciclado tipo PET mejora la durabilidad y resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	DIMENSIONES	INDICADORES	
			GRADIENTE DE TEMPERATURA	°C	
			ATAQUE QUIMICO POR SULFATO	resistencia a la compresion (kg/cm^2)	
				parte por millon de sulfatos (ppm)	
			resistencia a la compresion (kg/cm^2)		
			VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA DEL CONCRETO		DIMENSIONES
RESISTENCIA A LA COMPRESION	kg/cm^2				
Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Hipótesis Especificas	VARIABLE INDEPENDIENTE: MATERIAL RECICLADO TIPO PET		Método de la investigación: científica Población concreto con la adición de PET en porcentajes de 10% y 20% de PET Muestra La muestra está compuesta por 103 especímenes de concreto con la adición de PET.
¿Cómo se comportaría el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al incorporar material reciclado tipo PET ante los cambios bruscos de temperatura?	Observar el comportamiento del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al incorporar material reciclado tipo PET ante los cambios bruscos de temperatura.	La incorporación de material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ le da un buen comportamiento ante los cambios bruscos de temperatura.	DIMENSIONES	INDICADORES	
			PROPIEDADES FISICAS	longitud (mm)	
				ancho (mm)	
				espesor (mm)	
densidad (g/cm^3)					
¿Un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de material reciclado tipo PET cuál sería su comportamiento ante el ataque de sulfatos?	Estudiar el comportamiento del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de material reciclado tipo PET ante el ataque de sulfatos.	La adición del material reciclado tipo PET al concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejora su comportamiento ante el ataque de sulfatos.	PROPIEDADES MECANICAS	resistencia a la traccion (kg/cm^2)	
			PROPIEDADES QUIMICAS	Resistencia a la corrosion (ppm)	
¿Cuál sería la dimensión y cantidad óptima a adicionar del material reciclado tipo PET para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$?	Comparar la dimensión y cantidad óptima a adicionar del material reciclado tipo PET para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	La adición del material reciclado tipo PET en un 10,20% en relación al volumen del cemento mejoran la durabilidad y resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	Cantidad	Adición en un 10% , 20% en relación al volumen del Cemento	

ANEXO 2: DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO DEL COMITÉ 211-ACI

WRC INGENIO S.A.C.
 INGENIERIA Y GEOTECNIA
ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRE : YOSFER KEVIN ESTRADA PEREZ
PROYECTO : RÍAN MARCO VELAZCO OJEDA
TEMA : ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
CONDICIONES : F_{cr} = 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211-ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

RESISTENCIA SOLICITADA	F _{cr}	210
	MINY	3 - 4 psi

ENSAYOS FISICOS	Agreg. Grueso	Agreg. Fino
TAM. MAX. NOMINAL	1"	1"
MÓDULO DE FLEXIÓN	3,574	3,576
PESO UNITARIO SUELTO (kg/cm ³)	1,633	1,683
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/cm ³)	2,88	2,62
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gr/cc)	0,57	1,61
% DE ABSORCIÓN	0,20	2,37
% HUMEDAD	3,11	-
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	-	TIPO (I)

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$ TABLA 7.4.3

3- CALCULO DE LA CANTIDA DE AGUA X m³ (TMN VS SLUMP)

Agua en litros = 193 TABLA B.2.1

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$R = A/C = 0,56$ TABLA B.2.2

WRC INGENIO S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 68428

LIMA - Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jacinthes de Naranjal - S.M.P. - Tel: (01) 485-0702 / Cel: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS - Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel: 971 138 048 - TUMBES - TUMBES - Jr. Bolívar N° 632 - Cel: 985 034 720
 JAÉN - CAJAMARCA - Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar - Cel: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

WRC INGENIO S.A.C.
 INGENIERIA Y GEOTECNIA
ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
WWW.WRCINGEOSAC.COM

5- FACTOR CEMENTO (C = A/R)

$C = 346 \text{ Kg/M}^3$ **8.1** Bolsas-M³

6- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unitario Compactado X Factor F = (TMN vs 3M)
 $1,633.00 \times 0.68 = 1102.275 \text{ Kg}$ TABLA M.2.2

7- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

% Aire = TMN 1.5 TABLA B.2.1

8- VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento	Peso Kg.	Volumen M ³
Agua	193	0.111
Aire	1.5	0.193
Ag. Grueso	1102	0.583
Suma de Valores		0.702

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 (suma de Valores Absolutos)

$\text{Volumen del Ag. Fino} = \frac{1102.275}{2400} = 0.459$
 $\text{Volumen del Ag. Fino} = 1 - 0.702 = 0.298$
 $\text{Peso del Ag. Fino} = 0.298 \times 2400 = 715 \text{ Kg}$

10- DISEÑO SECO X M³

Cemento	en Kg.	Kg
Agua	193	193
Agre. Grueso	1102	1102
Agre. fino	781	781
suma de valores		2,422

11- CORRECCION POR HUMEDAD

$\text{Agregado Grueso} = 1102 \times 0.20 = 220 \text{ Kg}$
 $\text{Agregado Fino} = 781 \times 2.37 = 1850 \text{ Kg}$

WRC INGENIO S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 68428

LIMA - Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jacinthes de Naranjal - S.M.P. - Tel: (01) 485-0702 / Cel: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS - Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel: 971 138 048 - TUMBES - TUMBES - Jr. Bolívar N° 632 - Cel: 985 034 720
 JAÉN - CAJAMARCA - Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar - Cel: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

WRC INGENIO S.A.C.
 INGENIERIA Y GEOTECNIA
ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
WWW.WRCINGEOSAC.COM

12- AGUA EFECTIVA

$\text{Aporte Ag. Grueso (Ab. 50\%)} = 1105 \times 0.57 \times 0.20 = 125 \text{ Kg}$
 $\text{Aporte de Ag. Fino} = 800 \times 1.61 \times 2.37 = 3050 \text{ Kg}$
 $\text{Aporte total de agua} = 125 + 3050 = 3175 \text{ Kg}$
 $\text{Agua Efectiva} = 3175 - 193 = 2982 \text{ Kg}$

13- DISEÑO HUMEDO X M³

Cemento	346	kg
Agua	293	kg
Agre. Grueso	1105	kg
Agre. fino	800	kg
Total	2451	kg

14- PROPORCION EN VOLUMEN

Cemento	1
Agre. Grueso	3.2
Agre. fino	2.3
Agua	25.0

15- PROPORCION EN PESO

Cemento	42.5	kg
Agre. Grueso	135.5	kg
Agre. fino	96.0	kg
Agua	25.0	kg

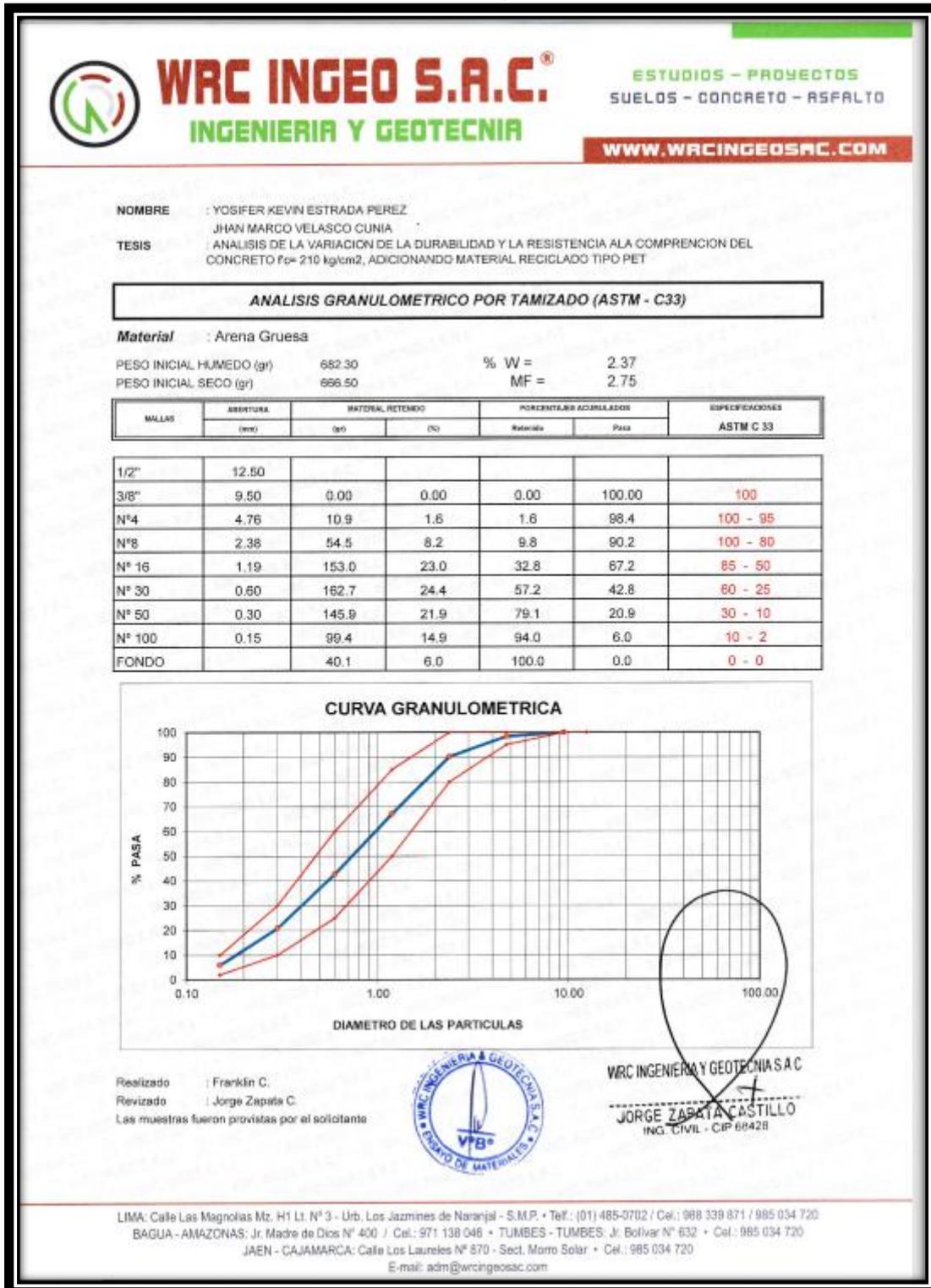
16- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

$\text{Relacion A/C de diseño} = 0.56$
 $\text{Relacion A/C efectiva} = 0.59$

WRC INGENIO S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 68428

LIMA - Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jacinthes de Naranjal - S.M.P. - Tel: (01) 485-0702 / Cel: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS - Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel: 971 138 048 - TUMBES - TUMBES - Jr. Bolívar N° 632 - Cel: 985 034 720
 JAÉN - CAJAMARCA - Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar - Cel: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

ANEXO 3: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, POR TAMIZADO (ASTM – C33).



ANEXO 4: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO, POR TAMIZADO (ASTM – C33).



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS – PROYECTOS
SUELOS – CONCRETO – ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRE : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
JHAN MARCO VELASCO CUNA

TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
f_c = 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET

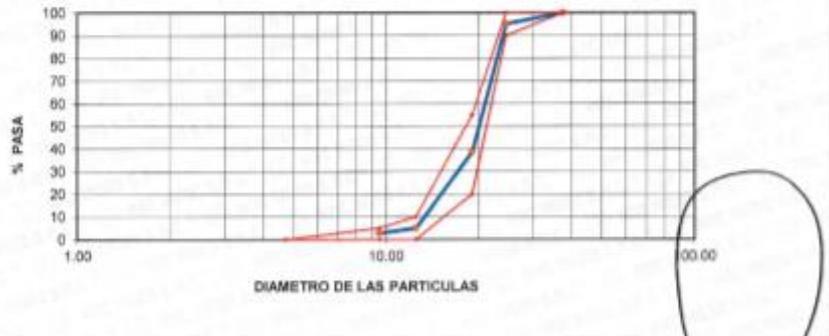
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - C33)

Material : Piedra Chancada 1"

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 11,402.0 % W = 0.20
PESO INICIAL SECO (gr) 11,379.0

MALLA	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES Huso S
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1"	24.50	555.0	4.9	4.9	95.1	90 - 100
3/4"	19.05	6,421.0	56.4	61.3	38.7	20 - 55
1/2"	12.50	3,837.0	33.7	95.0	5.0	0 - 10
3/8"	9.53	248.0	2.2	97.2	2.8	0 - 5
Nº 4	4.75	165.0	1.5	98.7	1.3	
Nº 8	2.38	123.0	1.1	99.8	0.2	
FONDO		30.0	0.3			

CURVA GRANULOMETRICA



Realizado : Franklin C.
Revisado : Jorge Zapata C.
Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 989 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 048 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 885 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Momo Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

ANEXO 5: PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO.



WRC INGENIO S.A.C.[®]

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRE : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 JHAN MARCO VELASCO CUNIA

TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA
 COMPRESION DEL CONCRETO Fc= 210 kg/cm². ADICIONANDO MATERIAL
 RECICLADO TIPO PET

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO

Material : Piedra chancada

MUESTRA N°			M - 1	M - 2
1	Peso Seco despues del horno A	gr	1528.4	1536.3
2	Peso de la Muestra S.S.S. B	gr	1537.1	1545.0
3	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla C	gr	1004.5	1012.4
4	Volumen de la Masa	gr	523.9	523.9
5	Peso Especifico de la Muestra S.S.S.	gr	2.92	2.93
6	Peso Especifico de la Muestra	gr	2.87	2.88
7	Peso Especifico de la Muestra	gr/cc	2.87	2.88
8	% DE ABSORCION		0.57	0.57
PROMEDIO			2.88	



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL - CR.68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 LL N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720

BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720

JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Miró Solar • Cel.: 985 034 720

E-mail: adm@wrcingeosac.com

ANEXO 6: PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO.



WRC INGENEO S.A.C.[®]

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRE : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
JHAN MARCO VELASCO CUNIA

TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO
(ASTM C 128-2007 / NTP 400.022:2002)

Material : Arena Gruesa
Peso Muestra S.S.S. : 500,0 gr

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	gr	985.7	985.4
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	gr	673.3	673.3
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	gr	312.4	312.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	gr	665.4	665.37
5	Peso del Balon	gr	173.3	173.3
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	gr	492.1	492.07
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	500.0	500.0

RESULTADOS:

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = $A/(V-W)$)	gr/cc	2.623	2.619
PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = $500/(V-W)$)	gr/cc	2.665	2.661
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = $A/[(V-W)-(500-A)]$)	gr/cc	2.738	2.734
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [$(500-A)/A \times 100$]	%	1.605	1.612
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) PROMEDIO		1.61	





WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 56428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf: (01) 485-0702 / Cel: 986 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel: 971 135 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolivar N° 632 • Cel: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Noro Solar • Cel: 985 034 720
 Email: adm@wrcingenio.com

ANEXO 7: PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO (ASTMD C 29 / NTP 400.017).



WRC INGENIO S.A.C.[®]

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS

SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRE : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 JHAN MARCO VELASCO CUNIA

TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO
 (ASTMD C 29 / NTP 400.017)

Material : PIEDRA

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	cc	30722	31023	30950
2	Peso del Molde	gr	7523	7523	7523
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	23199	23500	23427
4	Volumen del Molde	gr/cc	14848	14848	14848
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	1.562	1.583	1.578

PROMEDIO	gr/cc	1.574
----------	-------	-------

Material : PIEDRA

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	cc	31723	31818	31770
2	Peso del Molde	gr	7523	7523	7523
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	24200	24295	24247
4	Volumen del Molde	gr/cc	14848	14848	14848
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1.630	1.636	1.633

PROMEDIO	gr/cc	1.633
----------	-------	-------



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias M2. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 986 330 871 / 986 034 720

BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 986 034 720

JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Marm Solar • Cel.: 986 034 720

E-mail: adm@wrcingeosac.com

ANEXO 8: PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO (ASTMD C 29 / NTP 400.017).



WRC INGENIO S.A.C.[®]

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRE : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 JHAN MARCO VELASCO CUNIA
 TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO
 (ASTMD C 29 / NTP 400.017)

Material : ARENA

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3
------------	--	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	7139	7156	7144
2	Peso del Molde	gr	2928	2928	2928
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4211	4228	4216
4	Volumen del Molde	cc	3065	3065	3065
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	1.374	1.379	1.376

PROMEDIO	gr/cc	1.376
----------	-------	-------

Material : ARENA

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3
------------	--	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	8084	8091	8088
2	Peso del Molde	gr	2928	2928	2928
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	5156	5163	5160
4	Volumen del Molde	cc	3065	3065	3065
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1.682	1.685	1.684

PROMEDIO	gr/cc	1.683
----------	-------	-------



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL - CIP 66428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 486-0702 / Cel.: 986 339 871 / 985 034 720

BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720

JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720

E-mail: adm@wrcingeosac.com

ANEXO 9: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS CON LA ADICIÓN DEL 0%, 10% Y 20% DE PET A CURADO NORMAL (ASTM C 39).



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRE : YOSFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNIA

TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c=210 kg/cm².
 : ADOCIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET

FECHA : 27 de septiembre de 2020

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm²

MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.

TIPO DE PRUEBA : Cilíndrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vacado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% P.T.
1	PATRON (CURADO NORMAL)	20/09/20	27/09/20	7	122.40	12480	159	76
1	PATRON (CURADO NORMAL)	20/09/20	27/09/20	7	170.4	17376	221	106
1	PATRON (CURADO NORMAL)	20/09/20	27/09/20	7	186.5	18876	215	102

Observaciones : Las Muestras fueron Provisos por el solicitante.





WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 66428

LIMA: Calle Las Magnolias N° 41 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 832 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Moro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 F_c= 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 4 de octubre de 2020
DISEÑO : F_c 210 Kg/cm²
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F _c (kg/cm ²)	% F _c
1	CONCRETO CON LA ADICCIÓN DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	27/09/20	4/10/20	7	116.22	11650.95	150.91	71.86
2	CONCRETO CON LA ADICCIÓN DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	27/09/20	4/10/20	7	108.04	11016.84	140.29	66.8
3	CONCRETO CON LA ADICCIÓN DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	27/09/20	4/10/20	7	117.42	11973.32	152.47	72.6

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 5 de octubre de 2020
DISEÑO : $f_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	28/09/20	5/10/20	7	98.79	10073.31	128.27	61.08
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	28/09/20	5/10/20	7	91.83	9364.31	119.25	56.79
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	28/09/20	5/10/20	7	99.81	10177.32	129.60	61.71

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 4 de octubre de 2020
DISEÑO : $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'C (kg/cm2)	% F'C
1	CONCRETO PATRON (CURADO AGUA POTABLE)	20/09/20	4/10/20	14	219.6	22392.61	285.15	135.79
2	CONCRETO PATRON (CURADO AGUA POTABLE)	20/09/20	4/10/20	14	220.33	22467.05	286.10	136.24
3	CONCRETO PATRON (CURADO AGUA POTABLE)	20/09/20	4/10/20	14	220.56	22490.50	286.39	136.38

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 11 de octubre de 2020
DISEÑO : $f_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm2)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	27/09/20	11/10/20	14	151.72	15470.89	197.01	93.81
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	27/09/20	11/10/20	14	150.35	15331.19	195.23	92.97
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	27/09/20	11/10/20	14	150.85	15382.17	195.88	93.28

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 12 de octubre de 2020
DISEÑO : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	28/09/20	12/10/20	14	128.96	13150.26	167.56	79.79
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	28/09/20	12/10/20	14	127.8	13031.51	165.94	79.02
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	28/09/20	12/10/20	14	128.22	13.74.85	166.49	79.28

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 f_c = 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 18 de octubre de 2020
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm²
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO PATRON (CURADO AGUA POTABLE)	20/09/20	18/10/20	28	228.14	23263.44	296.24	141.07
2	CONCRETO PATRON (CURADO AGUA POTABLE)	20/09/20	18/10/20	28	229.41	23392.94	297.85	141.83
3	CONCRETO PATRON (CURADO AGUA POTABLE)	20/09/20	18/10/20	28	231.56	23612.17	300.68	143.18

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 63428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 23 de octubre de 2020
DISEÑO : $f_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	25/09/20	23/10/20	28	167.95	17125.86	218.08	103.85
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	25/09/20	23/10/20	28	168.27	17158.49	218.50	104.05
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	25/09/20	23/10/20	28	167.66	17086.09	217.57	103.6

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : f_c = 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 24 de octubre de 2020
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm²
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	26/09/20	24/10/20	28	132.21	13481.66	171.68	81.75
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	26/09/20	24/10/20	28	131.45	13403.96	170.69	81.28
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	26/09/20	24/10/20	28	132.62	13523.26	172.21	82

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
fc= 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 15 de noviembre de 2020.
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm²
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaclado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO PATRON (CURADO AGUA POTABLE)	20/09/20	15/11/20	56	229.56	23408.23	298.08	141.94
2	CONCRETO PATRON (CURADO AGUA POTABLE)	20/09/20	15/11/20	56	231.21	23576.48	300.22	142.96
3	CONCRETO PATRON (CURADO AGUA POTABLE)	20/09/20	15/11/20	56	230.89	23543.85	299.81	142.77

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 58428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 20 de noviembre de 2020
DISEÑO : $F'c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	25/09/20	20/11/20	56	167.45	17074.88	217.43	103.54
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	25/09/20	20/11/20	56	168.12	17143.20	218.30	103.95
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AGUA POTABLE)	25/09/20	20/11/20	56	168.52	17183.98	218.82	104.2

Observaciones : Las Muestras fueron Provitadas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 58428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 21 de noviembre de 2020
DISEÑO : $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	26/09/20	21/11/20	56	132.94	13555.89	172.62	82.2
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	26/09/20	21/11/20	56	133.45	13607.90	173.28	82.51
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AGUA POTABLE)	26/09/20	21/11/20	56	133.14	13576.29	172.88	82.32

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 08428

ANEXO 10: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS CON LA ADICIÓN DEL 0%, 10% Y 20% DE PET A CURADO AL CICLO HIELO Y DESHIELO (ASTM C 39).



WRC INGENEO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
JHON MARCO VELASCO CUNYA

TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO Fc= 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET

FECHA : 2 de octubre de 2020

DISEÑO : Fc 210 Kg/cm²

MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.

TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centimetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vacado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	FC (kg/cm ²)	% FC
1	PATRON (CURADO A HIELO Y DESHIELO -10°)	25/09/20	2/10/20	7	89.62	9128	116	55
2	PATRON (CURADO A HIELO Y DESHIELO -10°)	25/09/20	2/10/20	7	96.01	9888	123	59
3	PATRON (CURADO A HIELO Y DESHIELO -10°)	25/09/20	2/10/20	7	80.85	8244	105	50

Observaciones : Los Muestras Fueron Probadas por el solicitante





WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias M2. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 338 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingosac.com



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : f_c = 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 4 de octubre de 2020
DISEÑO : F_c 210 Kg/cm²
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F _C (kg/cm ²)	% F _C
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	27/09/20	4/10/20	7	80.45	8203.49	104.46	49.74
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	27/09/20	4/10/20	7	81.12	8271.81	105.33	50.16
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	27/09/20	4/10/20	7	79.85	8142.30	103.68	49.37
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	27/09/20	4/10/20	7	81.45	8305.46	105.76	50.36
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	27/09/20	4/10/20	7	78.98	8053.59	102.55	48.83

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 58428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 5 de octubre de 2020
DISEÑO : $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	28/09/20	5/10/20	7	60.86	6205.94	79.03	37.63
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	28/09/20	5/10/20	7	61.37	6257.62	79.68	37.94
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	28/09/20	5/10/20	7	60.41	6159.65	78.44	37.35
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	28/09/20	5/10/20	7	61.62	6283.08	80.01	38.1
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	28/09/20	5/10/20	7	59.75	6092.54	77.58	36.94

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 69428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 4 de octubre de 2020
DISEÑO : $F'c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm2)	% F'c
1	CONCRETO PATRON (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	20/09/20	4/10/20	14	119.77	12212.95	155.52	74.06
2	CONCRETO PATRON (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	20/09/20	4/10/20	14	121.63	12402.61	157.93	75.2
3	CONCRETO PATRON (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	20/09/20	4/10/20	14	122.24	12464.81	158.73	75.59

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARGO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 11 de octubre de 2020
DISEÑO : $F'c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F' C (kg/cm ²)	% F' C
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	27/09/20	11/10/20	14	98.23	10016.51	127.55	60.74
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	27/09/20	11/10/20	14	96.79	9869.68	125.68	59.85
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	27/09/20	11/10/20	14	97.56	9948.19	126.68	60.32
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	27/09/20	11/10/20	14	98.12	10005.30	127.41	60.67
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	27/09/20	11/10/20	14	97.22	9913.52	126.24	60.11

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 12 de octubre de 2020
DISEÑO : $f_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	28/09/20	12/10/20	14	81.45	8305.46	105.76	50.36
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	28/09/20	12/10/20	14	82.1	8371.74	106.61	50.77
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	28/09/20	12/10/20	14	81.13	8272.83	105.35	50.17
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	28/09/20	12/10/20	14	81.25	8285.06	105.50	50.24
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	28/09/20	12/10/20	14	81.04	8263.65	105.23	50.11

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 23 de octubre de 2020
DISEÑO : $f_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO PATRON (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	25/09/20	23/10/20	28	132.13	13473.30	171.57	81.7
2	CONCRETO PATRON (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	25/09/20	23/10/20	28	131.93	13458.00	171.37	81.6
3	CONCRETO PATRON (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	25/09/20	23/10/20	28	129.85	13240.80	168.61	80.29

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S A C
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VÉLASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 23 de octubre de 2020
DISEÑO : $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F _C (kg/cm ²)	% F _C
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	25/09/20	23/10/20	28	112.45	11466.53	146.01	69.53
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	25/09/20	23/10/20	28	110.87	11305.41	143.95	68.55
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	25/09/20	23/10/20	28	113.42	11565.44	147.27	70.13
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	25/09/20	23/10/20	28	114.1	11634.78	148.16	70.55
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL HIELO Y DESHIELO)	25/09/20	23/10/20	28	112.41	11462.45	145.96	69.5

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 f_c= 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 24 de octubre de 2020
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm²
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO DESHIELO)	26/09/20	24/10/20	28	92.41	9422.74	119.99	57.14
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO DESHIELO)	26/09/20	24/10/20	28	92.99	9481.68	120.74	57.5
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO DESHIELO)	26/09/20	24/10/20	28	91.55	9335.20	118.87	56.6
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO DESHIELO)	26/09/20	24/10/20	28	74.55	7601.45	96.80	46.1
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL HIELO DESHIELO)	26/09/20	24/10/20	28	75.04	7651.55	97.43	46.4

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 69428

ANEXO 11: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS CON LA ADICIÓN DEL 0%, 10% Y 20% DE PET A CURADO A SULFATO (ASTM C 39).



WRC INGENIO S.A.C.[®]

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
JHAN MARCO VELASCO CUNA

TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
fc= 210 kg/cm2, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.

FECHA : 27 de septiembre de 2020

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm²

MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.

TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39								
N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F' C (kg/cm2)	% F' C
1	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	27/09/20	7	175.78	17924.29	228.25	108.69
2	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	27/09/20	7	161.5	16468.16	209.71	99.66
3	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	27/09/20	7	131.22	13380.50	170.39	81.14

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolivar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 f_c = 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 4 de octubre de 2020
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm²
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	27/09/20	4/10/20	7	99.82	10178.65	129.61	61.72
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	27/09/20	4/10/20	7	100.01	10198.02	129.86	61.84
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	27/09/20	4/10/20	7	104.31	10636.49	135.44	64.5
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	27/09/20	4/10/20	7	109.32	11147.36	141.95	67.6
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	27/09/20	4/10/20	7	90.29	9206.87	117.24	55.83

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
f_c = 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 5 de octubre de 2020
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm²
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	28/09/20	5/10/20	7	81.85	8346.49	106.28	50.61
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	28/09/20	5/10/20	7	82.01	8362.38	106.49	50.71
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	28/09/20	5/10/20	7	85.53	8721.92	11.06	5.27
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	28/09/20	5/10/20	7	89.64	9140.64	116.40	55.43
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	28/09/20	5/10/20	7	74.04	7549.63	96.14	45.78

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : f_c = 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 4 de octubre de 2020
DISEÑO : F_c 210 Kg/cm²
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F' C (kg/cm ²)	% F' C
1	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	4/10/20	14	206.03	21008.88	267.53	127.4
2	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	4/10/20	14	207.93	21202.62	269.99	128.57
3	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	4/10/20	14	211.08	21523.83	274.08	130.51

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 11 de octubre de 2020
DISEÑO : $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm2)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	27/09/20	11/10/20	14	141.47	14425.70	183.70	87.48
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	27/09/20	11/10/20	14	140.56	14332.90	182.52	86.91
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	27/09/20	11/10/20	14	141.23	14401.22	183.38	87.32
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	27/09/20	11/10/20	14	142.25	14505.23	184.71	87.96
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	27/09/20	11/10/20	14	140.95	14372.67	183.02	87.15

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 12 de octubre de 2020
DISEÑO : $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm2)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	28/09/20	12/10/20	14	116.01	11829.07	150.63	71.73
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	28/09/20	12/10/20	14	115.26	11752.98	14.66	6.98
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	28/09/20	12/10/20	14	115.81	11809.00	150.38	71.61
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	28/09/20	12/10/20	14	116.65	11894.29	151.46	72.12
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	28/09/20	12/10/20	14	115.58	11785.59	150.08	71.47

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : f_c = 210 kg/cm², ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 18 de octubre de 2020
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm²
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	18/10/20	28	190.41	19416.11	247.24	117.73
2	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	18/10/20	28	189.25	19297.82	245.74	117.02
3	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	18/10/20	28	185.57	18922.06	240.95	114.74

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 23 de octubre de 2020
DISEÑO : $f_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm2)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	25/09/20	23/10/20	28	154.13	15716.64	200.14	95.3
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	25/09/20	23/10/20	28	153.85	15688.08	199.77	95.13
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	25/09/20	23/10/20	28	151.72	15470.89	197.01	93.81
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	25/09/20	23/10/20	28	152.26	15525.95	197.71	94.15
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	25/09/20	23/10/20	28	154.41	15745.19	200.50	95.48

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAFATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 24 de octubre de 2020
DISEÑO : $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm2)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	26/09/20	24/10/20	28	119.52	12187.45	155.19	73.9
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	26/09/20	24/10/20	28	119.75	12210.91	155.49	74.04
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	26/09/20	24/10/20	28	118.45	12078.35	153.81	73.24
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	26/09/20	24/10/20	28	119.63	12198.67	155.34	73.97
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	26/09/20	24/10/20	28	120.12	12248.64	155.97	74.27

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARGO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 15 de noviembre de 2020

DISEÑO : $f_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centimetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F' C (kg/cm2)	% F' C
1	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	15/11/20	56	182.25	18584.03	236.65	112.69
2	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	15/11/20	56	179.87	18341.34	233.56	111.22
3	CONCRETO PATRON (CURADO AL SULFATO)	20/09/20	15/11/20	56	180.67	18422.92	234.60	111.71

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 20 de noviembre de 2020
DISEÑO : $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	25/09/20	20/11/20	56	147.52	15042.61	191.55	91.21
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	25/09/20	20/11/20	56	148.25	15117.05	192.50	91.67
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	25/09/20	20/11/20	56	148.23	15115.01	192.47	91.65
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	25/09/20	20/11/20	56	146.54	14942.68	190.28	90.61
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 10% (CURADO AL SULFATO)	25/09/20	20/11/20	56	147.55	15045.67	191.59	91.23

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 19428



NOMBRES : YOSIFER KEVIN ESTRADA PEREZ
 : JHAN MARCO VELASCO CUNA
TESIS : ANALISIS DE LA VARIACION DE LA DURABILIDAD Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO
 : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONANDO MATERIAL RECICLADO TIPO PET.
FECHA : 21 de noviembre de 2020.
DISEÑO : $F_c 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Pet.
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm ²)	% F'c
1	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	26/09/20	21/11/20	56	112.52	11473.66	146.11	69.58
2	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	26/09/20	21/11/20	56	112.36	11457.35	145.90	69.48
3	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	26/09/20	21/11/20	56	110.89	11307.45	143.99	68.57
4	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	26/09/20	21/11/20	56	111.87	11407.38	145.26	69.17
5	CONCRETO CON LA ADICION DEL 20% (CURADO AL SULFATO)	26/09/20	21/11/20	56	112.47	11468.57	146.04	69.54

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante

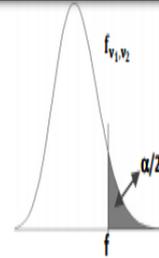


WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 69428

ANEXO 12: DISTRIBUCIÓN F DE FISHER (2 COLAS)



Distribución F de Fisher (2 colas)



Contiene los valores de f tales que $\alpha = P(F_{v_1, v_2} \geq f)$, donde v_1 y v_2 son los Grados de Libertad

		Grados de Libertad del numerador (v_1)																		
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		
Grados de Libertad del denominador (v_2)	$\alpha/2$	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	
	1	161,45	4052,18	199,5	4999,5	215,71	5403,35	224,58	5624,58	230,16	5763,65	233,99	5858,99	236,77	5928,36	238,88	5981,07	240,54	6022,47	
2	18,51	98,5	19	99	19,16	99,17	19,25	99,25	19,3	99,3	19,33	99,33	19,35	99,36	19,37	99,37	19,38	99,39		
3	10,13	34,12	9,55	30,82	9,28	29,46	9,12	28,71	9,01	28,24	8,94	27,91	8,89	27,67	8,85	27,49	8,81	27,35		
4	7,71	21,2	6,94	18	6,59	16,69	6,39	15,98	6,26	15,52	6,16	15,21	6,09	14,98	6,04	14,8	6	14,66		
5	6,61	16,26	5,79	13,27	5,41	12,06	5,19	11,39	5,05	10,97	4,95	10,67	4,88	10,46	4,82	10,29	4,77	10,16		
6	5,99	13,75	5,14	10,92	4,76	9,78	4,53	9,15	4,39	8,75	4,28	8,47	4,21	8,26	4,15	8,1	4,1	7,98		
7	5,59	12,25	4,74	9,55	4,35	8,45	4,12	7,85	3,97	7,46	3,87	7,19	3,79	6,99	3,73	6,84	3,68	6,72		
8	5,32	11,26	4,46	8,65	4,07	7,59	3,84	7,01	3,69	6,63	3,58	6,37	3,5	6,18	3,44	6,03	3,39	5,91		
9	5,12	10,56	4,26	8,02	3,86	6,99	3,63	6,42	3,48	6,06	3,37	5,8	3,29	5,61	3,23	5,47	3,18	5,35		
10	4,96	10,04	4,1	7,56	3,71	6,55	3,48	5,99	3,33	5,64	3,22	5,39	3,14	5,2	3,07	5,06	3,02	4,94		
11	4,84	9,65	3,98	7,21	3,59	6,22	3,36	5,67	3,2	5,32	3,09	5,07	3,01	4,89	2,95	4,74	2,9	4,63		
12	4,75	9,33	3,89	6,93	3,49	5,95	3,26	5,41	3,11	5,06	3	4,82	2,91	4,64	2,85	4,5	2,8	4,39		
13	4,67	9,07	3,81	6,7	3,41	5,74	3,18	5,21	3,03	4,86	2,92	4,62	2,83	4,44	2,77	4,3	2,71	4,19		
14	4,6	8,86	3,74	6,51	3,34	5,56	3,11	5,04	2,96	4,69	2,85	4,46	2,76	4,28	2,7	4,14	2,65	4,03		
15	4,54	8,68	3,68	6,36	3,29	5,42	3,06	4,89	2,9	4,56	2,79	4,32	2,71	4,14	2,64	4	2,59	3,89		
16	4,49	8,53	3,63	6,23	3,24	5,29	3,01	4,77	2,85	4,44	2,74	4,2	2,66	4,03	2,59	3,89	2,54	3,78		
17	4,45	8,4	3,59	6,11	3,2	5,18	2,96	4,67	2,81	4,34	2,7	4,1	2,61	3,93	2,55	3,79	2,49	3,68		
18	4,41	8,29	3,55	6,01	3,16	5,09	2,93	4,58	2,77	4,25	2,66	4,01	2,58	3,84	2,51	3,71	2,46	3,6		
19	4,38	8,18	3,52	5,93	3,13	5,01	2,9	4,5	2,74	4,17	2,63	3,94	2,54	3,77	2,48	3,63	2,42	3,52		
20	4,35	8,1	3,49	5,85	3,1	4,94	2,87	4,43	2,71	4,1	2,6	3,87	2,51	3,7	2,45	3,56	2,39	3,46		
21	4,32	8,02	3,47	5,78	3,07	4,87	2,84	4,37	2,68	4,04	2,57	3,81	2,49	3,64	2,42	3,51	2,37	3,4		
22	4,3	7,95	3,44	5,72	3,05	4,82	2,82	4,31	2,66	3,99	2,55	3,76	2,46	3,59	2,4	3,45	2,34	3,35		
23	4,28	7,88	3,42	5,66	3,03	4,76	2,8	4,26	2,64	3,94	2,53	3,71	2,44	3,54	2,37	3,41	2,32	3,3		
24	4,26	7,82	3,4	5,61	3,01	4,72	2,78	4,22	2,62	3,9	2,51	3,67	2,42	3,5	2,36	3,36	2,3	3,26		
25	4,24	7,77	3,39	5,57	2,99	4,68	2,76	4,18	2,6	3,85	2,49	3,63	2,4	3,46	2,34	3,32	2,28	3,22		
26	4,23	7,72	3,37	5,53	2,98	4,64	2,74	4,14	2,59	3,82	2,47	3,59	2,39	3,42	2,32	3,29	2,27	3,18		
27	4,21	7,68	3,35	5,49	2,96	4,6	2,73	4,11	2,57	3,78	2,46	3,56	2,37	3,39	2,31	3,26	2,25	3,15		
28	4,2	7,64	3,34	5,45	2,95	4,57	2,71	4,07	2,56	3,75	2,45	3,53	2,36	3,36	2,29	3,23	2,24	3,12		
29	4,18	7,6	3,33	5,42	2,93	4,54	2,7	4,04	2,55	3,73	2,43	3,5	2,35	3,33	2,28	3,2	2,22	3,09		
30	4,17	7,56	3,32	5,39	2,92	4,51	2,69	4,02	2,53	3,7	2,42	3,47	2,33	3,3	2,27	3,17	2,21	3,07		
50	4,03	7,17	3,18	5,06	2,79	4,2	2,56	3,72	2,4	3,41	2,29	3,19	2,2	3,02	2,13	2,89	2,07	2,78		
60	4	7,08	3,15	4,98	2,76	4,13	2,53	3,65	2,37	3,34	2,25	3,12	2,17	2,95	2,1	2,82	2,04	2,72		
80	3,96	6,96	3,11	4,88	2,72	4,04	2,49	3,56	2,33	3,26	2,21	3,04	2,13	2,87	2,06	2,74	2	2,64		
100	3,94	6,9	3,09	4,82	2,7	3,98	2,46	3,51	2,31	3,21	2,19	2,99	2,1	2,82	2,03	2,69	1,97	2,59		
α	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02		

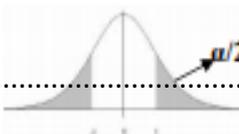
ANEXO 13: VALORES CRÍTICOS PARA LA PRUEBA TUKEY

Tabla VI.- Valores críticos para la prueba de Tukey.
 $q_{\alpha}(v_1, v_2)$

v_2 ↓	α ↓	v_1									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.05	18.00	29.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59
	0.01	90.03	135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253.2
2	0.05	6.10	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39
	0.01	14.04	19.02	22.29	24.72	26.63	28.20	29.53	30.68	31.69	32.59
3	0.05	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72
	0.01	8.26	10.62	12.17	13.33	14.24	15.00	15.64	16.20	16.69	17.13
4	0.05	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.34	7.60	7.83	8.03
	0.01	6.51	8.12	9.17	9.96	10.58	11.10	11.55	11.93	12.27	12.57
5	0.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17
	0.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	0.05	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65
	0.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30
7	0.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30
	0.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	0.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05
	0.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03
9	0.05	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87
	0.01	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65
10	0.05	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72
	0.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36
11	0.05	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61
	0.01	4.39	5.14	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13
12	0.05	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51
	0.01	4.32	5.04	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94
13	0.05	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43
	0.01	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79
14	0.05	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36
	0.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66
15	0.05	3.01	3.67	4.08	4.37	4.60	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31
	0.01	4.17	4.83	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55
16	0.05	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26
	0.01	4.13	4.78	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46

ANEXO 14: VALORES T CRITICO PRUEBA T-STUDENT

Tabla de valores críticos de la distribución t de Student



Niveles de Significancia DOS COLA

	0.500	0.250	0.200	0.100	0.050	0.025	0.020	0.010	0.005
1	1.00	2.41	3.08	6.31	12.71	25.45	31.82	63.66	127.32
2	0.82	1.60	1.89	2.92	4.30	6.21	6.96	9.92	14.09
3	0.76	1.42	1.64	2.35	3.18	4.18	4.54	5.84	7.45
4	0.74	1.34	1.53	2.13	2.78	3.50	3.75	4.60	5.60
5	0.73	1.30	1.48	2.02	2.57	3.16	3.36	4.03	4.77
6	0.72	1.27	1.44	1.94	2.45	2.97	3.14	3.71	4.32
7	0.71	1.25	1.41	1.89	2.36	2.84	3.00	3.50	4.03
8	0.71	1.24	1.40	1.86	2.31	2.75	2.90	3.36	3.83
9	0.70	1.23	1.38	1.83	2.26	2.69	2.82	3.25	3.69
10	0.70	1.22	1.37	1.81	2.23	2.63	2.76	3.17	3.58
11	0.70	1.21	1.36	1.80	2.20	2.59	2.72	3.11	3.50
12	0.70	1.21	1.36	1.78	2.18	2.56	2.68	3.05	3.43
13	0.69	1.20	1.35	1.77	2.16	2.53	2.65	3.01	3.37
14	0.69	1.20	1.35	1.76	2.14	2.51	2.62	2.98	3.33
15	0.69	1.20	1.34	1.75	2.13	2.49	2.60	2.95	3.29
16	0.69	1.19	1.34	1.75	2.12	2.47	2.58	2.92	3.25
17	0.69	1.19	1.33	1.74	2.11	2.46	2.57	2.90	3.22
18	0.69	1.19	1.33	1.73	2.10	2.45	2.55	2.88	3.20
19	0.69	1.19	1.33	1.73	2.09	2.43	2.54	2.86	3.17
20	0.69	1.18	1.33	1.72	2.09	2.42	2.53	2.85	3.15
21	0.69	1.18	1.32	1.72	2.08	2.41	2.52	2.83	3.14
22	0.69	1.18	1.32	1.72	2.07	2.41	2.51	2.82	3.12
23	0.69	1.18	1.32	1.71	2.07	2.40	2.50	2.81	3.10
24	0.68	1.18	1.32	1.71	2.06	2.39	2.49	2.80	3.09
25	0.68	1.18	1.32	1.71	2.06	2.38	2.49	2.79	3.08
26	0.68	1.18	1.31	1.71	2.06	2.38	2.48	2.78	3.07
27	0.68	1.18	1.31	1.70	2.05	2.37	2.47	2.77	3.06
28	0.68	1.17	1.31	1.70	2.05	2.37	2.47	2.76	3.05
29	0.68	1.17	1.31	1.70	2.05	2.36	2.46	2.76	3.04
30	0.68	1.17	1.31	1.70	2.04	2.36	2.46	2.75	3.03
31	0.68	1.17	1.31	1.70	2.04	2.36	2.45	2.74	3.02
32	0.68	1.17	1.31	1.69	2.04	2.35	2.45	2.74	3.01
33	0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.35	2.44	2.73	3.01
34	0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.35	2.44	2.73	3.00
35	0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.34	2.44	2.72	3.00
36	0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.34	2.43	2.72	2.99
37	0.68	1.17	1.30	1.69	2.03	2.34	2.43	2.72	2.99
38	0.68	1.17	1.30	1.69	2.02	2.33	2.43	2.71	2.98
39	0.68	1.17	1.30	1.68	2.02	2.33	2.43	2.71	2.98
40	0.68	1.17	1.30	1.68	2.02	2.33	2.42	2.70	2.97



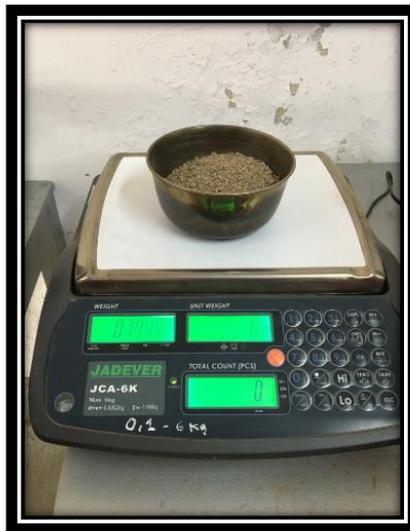
Niveles de Significancia UNA COLA

	0.250	0.125	0.100	0.050	0.025	0.013	0.010	0.005	0.003
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/amora/Estadistica21/tabla_t_student.pdf



ANEXO 15: OBTENCIÓN DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA PARA EL ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO FINO



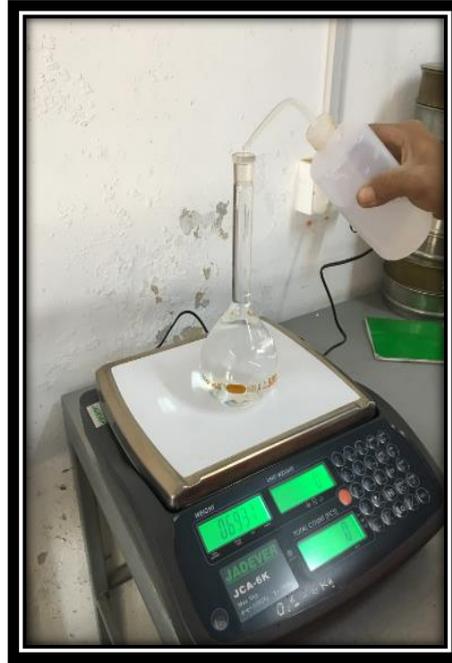
ANEXO 16: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO



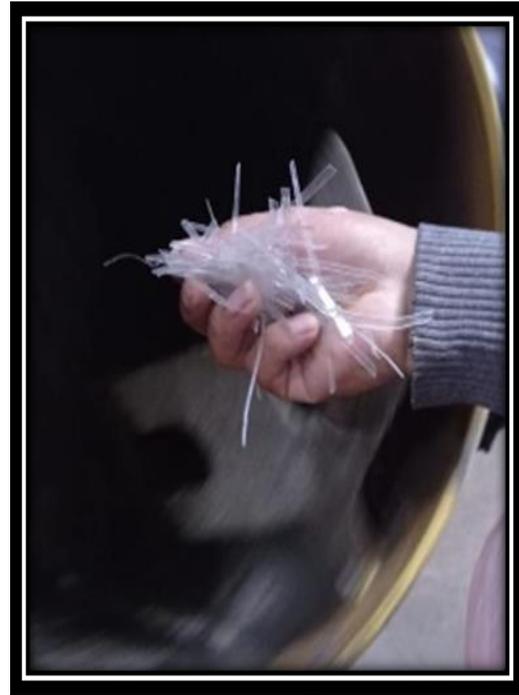
ANEXO 17: OBTENCIÓN DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA PARA EL ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO.



ANEXO 18: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO



ANEXO 19: PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO



ANEXO 20: FIBRA PET



ANEXO 21: PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO



ANEXO 22: MEZCLA DE CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA PET



ANEXO 23: PRUEBA DEL SLUMP SIN LA ADICIÓN DE PET ANTES DEL LLENADO EN LOS BLOQUES CILÍNDRICOS DE CONCRETO.



ANEXO 24: PRUEBA DEL SLUMP CON LA ADICIÓN DE PET ANTES DEL LLENADO EN LOS BLOQUES CILÍNDRICOS DE CONCRETO.



ANEXO 25: LLENADO DE PROBETAS DE COMPRESIÓN.



ANEXO 26: PREPARACIÓN DE LA POZA PARA EL CURADO A SULFATOS.

ANEXO 27: APARICIÓN DE CRISTALIZACIÓN DE SALES EN EL CONCRETO A CURADO A SULFATO.



ANEXO 28: CAMBIOS DE COLOR EN SU APARIENCIA DEL CONCRETO SOMETIDO AL CURADO A SULFATOS.



ANEXO 29: INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA EL ENSAYO DEL CICLO HIELO Y DESHIELO
 – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.
Congeladora INRESA (clase climática 16°C-38°C)



Certificado de calibración



INLAD S.A.C.
ASEGURAMIENTO METROLÓGICO
INDUSTRIAS & LABORATORIOS AL DIA S.A.C.
 Empresa de Servicios Metroológicos

LABORATORIO DE ENSAYO Y CALIBRACION
 CON PATRONES TRAZABLES AL
 DM-INACAL, AL NIST, ENAC, DKD, CENAM



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° MT-949-2020

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN: 2020-09-23

EXPEDIENTE: LD-2786-2020

1. SOLICITANTE: JHAN MARCOS VELASCO CUNIA

DIRECCIÓN: CALLE 4 N° 8 LT 17 SUR DE PARACATE

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: TERMÓMETRO

MARCA: EURO LAB

MODELO: F-BI

NÚMERO DE SERIE: 71700-003

PROCEDENCIA: NO INDICA

IDENTIFICACIÓN: NO INDICA

UBICACIÓN: NO INDICA

DESCRIPCIÓN	ALCANCE DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	-35 °C a 40 °C
RESOLUCIÓN	1 °C
TIPO	ANALÓGICO

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2020-09-23

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:
 Procedimiento de Calibración de termómetros de líquido en vidrio

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:
 La calibración se realizó en el laboratorio de INLAD S.A.C. AV. 28 DE JULIO N° 6 V1 LT 17 LOS OLIVOS LIMA-LIMA



Ing. Roger Jhaned Cuervo D.
 Jefe de Metrología



Av 28 de Julio Mz. V1 Lt 17 - al. Cdra. 15 de Angélica Gamarra - Los Olivos - Lima / Av. Universitaria 2786 Mz. G Lt. 43 2do. Piso Los Olivos - Lima
 Teléfonos 531 0003, Cel.: (939295001), (947030994)
 E-mail: metrologia@inladsac.com / ventas@inladsac.com – Web site: www.inladsac.com

Termómetro Eurolab. (40°C-35°C)

thomasaja import Jhomasaja Import S.A.C. es una empresa dedicada a la venta de productos de importación, realizamos envíos a todo el Perú.

TERMÓMETRO EUROLAB

CARACTERÍSTICAS:

- Permite monitorear la Temperatura del interior del ambiente y la temperatura del exterior
- Fácil de usar
- Múltiples usos

ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO:

- Color del dispositivo: blanco
- Rango de temperatura: 40°C -35°C
- Precisión de medición de temperatura: + 1 °C (1.8 ° F)
- Dimensión del dispositivo: 15.5*1.6cm
- Peso del dispositivo: 10 g



Certificado de calibración

INLAD S.A.C.
ASEGURAMIENTO METROLÓGICO
LABORATORIO DE ENSAYO Y CALIBRACION CON PATRONES TRAZABLES AL DM-INACAL, AL NIST, ENAC, DKO, CENAM

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° MT-949-2020

Fecha de Emisión: 2020-09-29

1. SOLICITANTE: JHAN MARCOS VELASCO CUNIA

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: TERMÓMETRO

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN: Procedimiento de Calibración de termómetros de líquido en vidrio

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Av. 28 de Julio Mz. V1 Lt 37 Los Olivos Lima-LMA

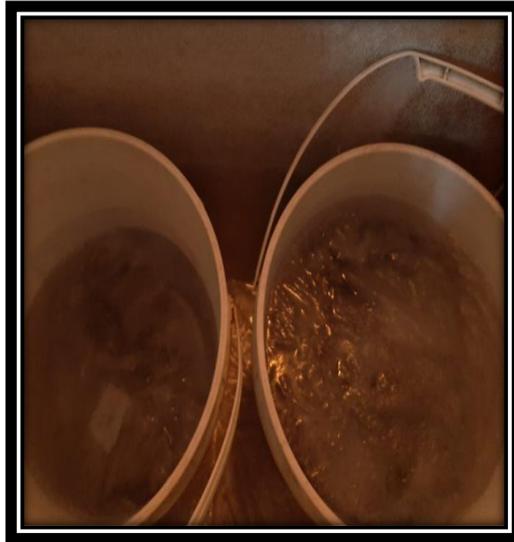
Ing. Roger Jhared Cueva D. Jefe de Metrología

Av 28 de Julio Mz. V1 Lt 17 - alt. Cdra. 15 de Angélica Gamarrá - Los Olivos - Lima / Av. Universitaria 2786 Mz. G Lt. 43 2do. Piso Los Olivos - Lima
Teléfonos 531 0003, Cel.: (939295001), (947030094)
E-mail: metrologia@inladsac.com / ventas@inladsac.com - Web site: www.inladsac.com

DESCRIPCIÓN	ALCANCE DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACION	-35 °C a 40 °C
RESOLUCIÓN	1 °C
TIPO	ANALOGICO

INLAD S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueden ocasionar el uso inadecuado de este instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

ANEXO 30: PROBETAS CURADAS AL CICLO HIELO Y DESHIELO



ANEXO 31: EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO A CURADO AL CICLO HIELO Y DESHIELO



ANEXO 32: PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS PROBETAS A COMPRESIÓN ENSAYADAS



ANEXO 33: CUADRO DE COMPARACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SOMETIDO A DIFERENTES RÉGIMENES DE CURADOS

COMPARACION DE LA DISMINUCION DE LA RESISTENCIA A LOS 7 DIAS EN DIFERENTES REGIMENES DE CURADOS												
0%PET				10%PET				20%PET				
Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	
198.39	100.00%	-	-	147.89	100.00%			125.71	100.00%			
SUFATOS												
202.78	102.21%	-	2.21%	130.82	88.46%	11.54%		107.27	85.33%	14.67%		
HIELO												
114.91	57.92%	42.08%		104.36	70.57%	29.43%		78.95	62.80%	37.20%		
COMPARACION DE LA DISMINUCION DE LA RESISTENCIA A LOS 14 DIAS EN DIFERENTES REGIMENES DE CURADOS												
0%PET				10%PET				20%PET				
Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	
285.88	100.00%	-	-	196.04	100.00%			166.63	100.00%			
SUFATOS												
270.53	94.63%	5.37%		183.47	93.59%	6.41%		150.44	90.28%	9.72%		
HIELO												
157.39	55.05%	44.95%		126.71	64.63%	35.37%		105.69	63.43%	36.57%		
COMPARACION DE LA DISMINUCION DE LA RESISTENCIA A LOS 28 DIAS EN DIFERENTES REGIMENES DE CURADOS												
0%PET				10%PET				20%PET				
Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	
298.27	100.00%	-	-	218.05	100.00%			171.52	100.00%			
SUFATOS												
244.65	82.02%	17.98%		199.02	91.27%	8.73%		155.16	90.46%	9.54%		
HIELO												
170.52	57.17%	42.83%		146.27	67.08%	32.92%		110.77	64.58%	35.42%		
COMPARACION DE LA DISMINUCION DE LA RESISTENCIA A LOS 56 DIAS EN DIFERENTES REGIMENES DE CURADOS												
0%PET				10%PET				20%PET				
Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	Resistencia obtenida	Porcentaje	Disminucion respecto al patron	Incremento respecto al patron	
299.37	100.00%	-	-	218.18	100.00%	-	-	172.18	100.00%	-	-	
SUFATOS												
234.93	78.47%	21.53%	-	191.68	87.85%	12.15%	-	145.46	84.48%	15.52%	-	