



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de polipropileno de diferentes tamaños – Lima, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Lucana Alanya, Norgan Lenin (ORCID: 0000-0002-9815-8396)

Torres Chicata, Rafael (ORCID: 0000-0001-8595-4011)

ASESOR:

Mag. Villegas Martinez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA- PERÚ

2020

Dedicatoria

RAFAEL

A Dios por su gracia y bendiciones.

A mis queridos padres: Gavino por su incondicional apoyo, protección y motivación, y Julia por estar siempre pendiente en mí, por sus súplicas y oraciones constantes,

A mis hermanos: Richter, Mariluz, Luz marina, William, Nohemí, Lourdes, Deysi Olga, Angélica y a mi sobrino Yack Edman quienes, con su comprensión, apoyo, consejos, aliento y una fé infinita en sus hermanos y nos transmite confianza necesaria para afrontar los grandes retos de la vida, y demostrarnos que la familia es el fundamento de la existencia.

A mi compañero de tesis Norgan y en especial a mis amigos de promoción, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

NORGAN LENIN

A Dios por darme sus bendiciones en mí y llevarme de su fuerza para poder vencer todos los obstáculos

A mis padres: Luzmila y Yuri por su apoyo incondicional en los momentos más tristes y difíciles, a mi hermano Aquiles que con su apoyo moral me ayudó a no abandonar la batalla contra la adversidad.

A mi familia y en especial a mi tía Carmen rosa porque desde el primer momento vio un futuro para mí y me llevó de su mano para ser alguien en la vida.

A mi compañero de tesis Rafael y amigos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por compartir momentos únicos en la universidad.

A todos ellos, Muchas Gracias por estar siempre cuando los necesité

Agradecimiento

Esta tesis ha sido fruto del esfuerzo, la participación y la colaboración de varias personas e instituciones, a quienes hacemos extensivo nuestro sincero agradecimiento.

En primer lugar, a nuestro Asesor de proyecto de investigación, GERMAN FERNANDO CASUSOL IBERICO; a nuestro asesor de desarrollo de proyecto de investigación, Mag. VILLEGAS MARTINEZ, CARLOS ALBERTO, le agradecemos infinitamente por las orientaciones, recomendaciones, la supervisión de este trabajo, y sobre todo por su confianza.

A nuestra institución, Universidad César Vallejo y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por habernos dado la oportunidad de conocer este maravilloso mundo de la ingeniería y ejercerla para el desarrollo de nuestro país.

ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. MARCO METODOLÓGICO	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población y muestra.	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	23
3.6. Métodos de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV RESULTADOS	25
V DISCUSIÓN.....	66
VI CONCLUSIÓN.....	68
VII RECOMENDACIONES.....	69
ANEXOS	74

Índice de tablas

Tabla 1: Propiedades del polipropileno	13
Tabla 2: Módulo de finura del agregado fino	16
Tabla 3: Compuestos químicos del cemento portland	17
Tabla 4: Propiedades Físicas sp-4	17
Tabla 4: Esquema de experimento y variables.....	19
Tabla 5: Variable dependiente	20
Tabla 6: Variable independiente.....	20
Tabla 7: Distribución de probetas para el ensayo.....	22
Tabla 8: Ensayo de contenido de humedad del agregado fino	26
Tabla 9: Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.....	26
Tabla 10: Ensayo de contenido de humedad del polipropileno.....	26
Tabla 11: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.	28
Tabla 12: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso	28
Tabla 13: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del polipropileno	29
Tabla 14: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del polipropileno.....	29
Tabla 15: Ensayo granulométrico del agregado fino norma (ASTM - C136/ NTP 400.012).....	30
Tabla 16: Ensayo granulométrico del agregado polipropileno norma (ASTM - C136/ NTP 400.012).....	31
Tabla 17: Ensayo granulométrico del agregado grueso (ASTM - C 33).....	32
Tabla 18: Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.	35
Tabla 19: Ensayo del peso específico y absorción del polipropileno.	36
Tabla 20: Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.	37
Tabla 21: Datos para el cálculo de diseño.....	38
Tabla 22: Resistencia a la compresión promedio.	38
Tabla 23: Contenido de aire por (TMN).	39
Tabla24: TMN VS SLUMP.	39
Tabla 25: Relación agua cemento por resistencia.	40
Tabla 26: Tamaño máximo nominal vs módulo de fineza.....	41
Tabla 27: Tabla de resumen para 1 m ³ concreto.....	42
Tabla 28: Dosificación de concreto con 0% de polipropileno.....	43
Tabla 29: Dosificación de concreto con 20% de polipropileno.....	43

Tabla 30: Dosificación de concreto con 30% de polipropileno.....	44
Tabla 31: Ensayo de slump.....	45
Tabla 32: Ensayo de peso unitario y contenido de aire en estado fresco.	46
Tabla 33: Ensayo peso unitario del concreto en estado endurecido (kg/m ³).	48
Tabla 34: Ensayo de rotura de concreto a los 7 días de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	49
Tabla 35: Ensayo de rotura de concreto a los 28 días de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	50
Tabla 36: Ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos a los 28 días (kg/cm ²).51	
Tabla 37: Ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos a los 42 días (kg/cm ²) 52	
Tabla 38: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión a los 7 días. . 54	
Tabla 39: Medias de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días. 54	
Tabla 40: Agrupación de información de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días usando el método Tukey y un factor de confianza del 95%. 55	
Tabla 41: Medias en subconjuntos homogéneos para la resistencia a los 7 días. 56	
Tabla 42: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión a los 28 días. 57	
Tabla 43: Medias de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días. ... 57	
Tabla 44: Agrupación de información de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días usando el método Tukey y un factor de confianza del 95%. 58	
Tabla 45: Medias en subconjuntos homogéneos para la resistencia a los 28 días. 59	
Tabla 46: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días. 60	
Tabla 47: Medias de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días 60	
Tabla 48: Agrupación de información de la resistencia a compresión con inmersión de sulfatos a los 28 días usando el método Tukey y un factor de confianza del 95%. 61	
Tabla 49: Medias en subconjuntos homogéneos para la resistencia a los 28 días. 61	
Tabla 50: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 42 días. 63	
Tabla 51: Médias de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 42 días 63	
Tabla 52: Agrupación de información de la resistencia a compresión con inmersión de sulfatos a los 42 días usando el método Tukey. 64	
Tabla 53: Medias en subconjuntos homogéneos para la resistencia a los 42 días. 64	

Índice de figuras.

Figura 1: Cono de abrams.....	8
Figura 2: Ensayo de trabajabilidad con respecto al asentamiento	9
Figura 3: Trabajabilidad con polipropileno	9
Figura 4: Resistencia a la compresión	10
Figura 5: Muestra de polipropileno y ensayo utilizando picnómetro.....	14
Figura 6: Aditivo SP-4	17
Figura 7: Trapiche	Figura 8: Empresa Tamicorp S.A.C. . 24
Figura 9: Curva granulométrico del agregado fino.....	31
Figura 10: Curva granulométrica de polipropileno.	32
Figura 11: Curva granulométrica del agregado grueso.....	33
Figura 12: Ensayo de slump.....	45
Figura 13: Peso unitario del concreto en estado fresco (kg/ m ³).....	46
Figura 14: Contenido de aire (%).	47
Figura 15: Peso unitario del concreto en estado endurecido (kg/m ³).....	48
Figura 16: Resistencia a la compresión a los 7 días (kg/cm ²).	49
Figura 17: Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm ²).	50
Figura 18: Ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos a los 28 días (kg/cm ²).	52
Figura 19: Ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos a los 42 días (kg/cm ²).	53
Figura 20: Media de Resistencia por cada diseño de mezcla a los 7 días.....	56
Figura 21: Media de Resistencia por cada diseño de mezcla a los 28 días.....	59
Figura 22: Media de Resistencia con inmersión a sulfatos por cada diseño a los 28 días.....	62
Figura 23: Media de Resistencia con inmersión a sulfatos por cada diseño a los 42 días.....	65
Figura 24: Cuarteo del agregado grueso.....	76
Figura 25: Cuarteo del agregado fino.	76
Figura 26: Tamizaje del agregado grueso.	77
Figura 27: Ensayo de peso unitario del agregado fino.....	77
Figura 28: Tamizaje del polipropileno.....	78

Figura 29: Tamizaje del polipropileno.....	78
Figura 30: Ensayo de Peso específico del agregado fino.....	79
Figura 31: Proporción de los agregados.....	79
Figura 32: Mezclado del concreto en trompito.....	80
Figura 33: Inicio del vaciado de la mezcla del concreto.....	80
Figura 34: Ensayo de slump concreto patrón.....	81
Figura 35: Ensayo de slump concreto con polipropileno.....	81
Figura 36: Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco.....	82
Figura 37: Ensayo de contenido de aire.....	82
Figura 38: Acabado del testigo.....	83
Figura 39: Poza de curado.....	83
Figura 40: Pesado de sulfato de magnesio para el curado.....	84
Figura 41: Curado en sulfato de magnesio.....	84
Figura 42: Rotura de probetas.....	85
Figura 43: Rotura de probetas.....	85
Figura 44: Fractura de probetas del concreto patrón a los 7 día.....	86
Figura 45: Fractura de probetas con 20% y T1 de polipropileno a los 7 días.....	86
Figura 46: Fractura de probetas con 20% y T2 de polipropileno a los 7 días.....	86
Figura 47: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno a los 7 días.....	87
Figura 48: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno a los 7 días.....	87
Figura 49: Fractura de probetas del concreto patrón a los 28 días.....	88
Figura 50: Fractura de probetas con 20% y T1 de polipropileno a los 28 días.....	88
Figura 51: Fractura de probetas con 20% y T1 de polipropileno a los 28 días.....	88
Figura 52: Fractura de probetas con 20% y T2 de polipropileno a los 28 días.....	89
Figura 53: Fractura de probetas con 20% y T2 de polipropileno a los 28 días.....	89
Figura 54: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno a los 28 días.....	89
Figura 55: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno a los 28 días.....	90
Figura 56: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno a los 28 días.....	90
Figura 57: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno a los 28 días.....	90
Figura 58: Fractura de probetas del concreto patrón con inmersión de sulfatos a los 28 días.....	91
Figura 59: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 28 días.....	91

Figura 61: Fractura de probetas del concreto patrón con inmersión de sulfatos a los 42 días	92
Figura 62: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 42 días.	92
Figura 63: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 42 días.	92
Figura 64: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 42 días.	93
Figura 65: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 42 días.	93

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1: Matriz de consistencia.....	75
Anexo 2: Obtención y tratado del material.....	76
Anexo 3: Ensayos de resistencia a compresión a los 7 días.	86
Anexo 4: Ensayos de resistencia a compresión a los 28 días.	88
Anexo 5: Ensayos de resistencia a compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días.....	91
Anexo 6: Ensayos de resistencia a compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días.....	92
Anexo 7: Validación de fichas técnicas	94
Anexo 8: Fichas técnica del cemento.....	138
Anexo 9: Ficha técnica del aditivo SP-4.	140
Anexo 10: ASTM C 566	141
Anexo 11: ASTM C 33.	144
Anexo 12: ASTM C 127.	152
Anexo 13: ASTM C 128.	157
Anexo 14: ASTM C 39.	163
Anexo 15: ASTM C 143.	169
Anexo 16: Recibo de turnitin.	173

Resumen

La presente investigación con el título “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ con la adición del polipropileno con diferentes tamaños – Lima, 2020”, tiene como objetivo general Analizar el efecto que produce el tamaño del polipropileno con el reemplazo del 20 y 30% de la arena, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

El diseño de mezcla fue realizado por el método ACI, se optó este método por lo que es muy utilizado en el ámbito de la construcción, las cantidades de polipropileno utilizadas en reemplazo del agregado fino que fueron sustituidos en 20% y 30%, en cada porcentaje se utilizó tamaño 1 y tamaño 2 del polipropileno, en donde tamaño 1 del polipropileno está constituido por las partículas retenidas en la malla nº 16 y el tamaño 2 del polipropileno está conformado por las partículas retenidas en la malla nº 8, para los ensayos de resistencia a la compresión se utilizó la norma ASTM C-39 y para el ensayo de la durabilidad con inmersión a sulfatos se utilizó la norma técnica Colombiana NTC 3330.

Se concluyó que con el diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con respecto al diseño patrón disminuye la resistencia a la compresión con proporciones de 20% y tamaño 1, 20% tamaño 2, 30% tamaño 1 y 30% tamaño 2 en 7.06%, 19.58%, 20.92% y 27.44% a los 28 días respectivamente siendo en este caso que el tamaño del polipropileno afecta en la resistencia a la compresión del concreto. Con respecto del concreto a inmersión a sulfatos de magnesio la resistencia a la compresión con el diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con respecto al diseño patrón disminuye la resistencia con proporciones de 30% tamaño 1 y 30% tamaño 2 en 19.96% y 28.97%, siendo así se concluye que el tamaño del polipropileno si afecta en la durabilidad del concreto.

Palabras claves: Polipropileno, Resistencia a compresión, concreto, inmersión a sulfatos.

Abstract

The present investigation with the title "Analysis of the physical and mechanical properties of concrete $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ with the addition of polypropylene with different sizes - Lima, 2020", has the general objective of analyzing the effect produced by the size of the polypropylene with the replacement of 20 and 30% of the sand, in the physical and mechanical properties of the concrete $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$.

The mixture design was carried out by the ACI method, this method was chosen for what is widely used in the construction field, the amounts of polypropylene used to replace the fine aggregate that were replaced by 20% and 30%, in each Percentage, size 1 and size 2 of the polypropylene were used, where size 1 of the polypropylene is made up of the particles retained in mesh No. 16 and size 2 of the polypropylene is made up of the particles retained in mesh No. 8, for the tests of Compressive strength the ASTM C-39 standard was used and the Colombian technical standard NTC 3330 was used for the durability test with sulfate immersion.

It was concluded that with the design of $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ with respect to the standard design, the compressive strength decreases with proportions of 20% and size 1, 20% size 2, 30% size 1 and 30% size 2 in 7.06%, 19.58%, 20.92% and 27.44% at 28 days respectively, being in this case that the size of the polypropylene affects the compressive strength of the concrete. With respect to concrete immersed in sulphates, the compressive strength with the design of $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ with respect to the standard design decreases the resistance with proportions of 30% size 1 and 30% size 2 in 19.96% and 28.97 %, being this way it is concluded that the size of the polypropylene does affect the durability of the concrete.

Keywords: Polypropylene, Compressive strength, concrete, sulfate immersion..

I. INTRODUCCIÓN

Debido a que un gran problema está ocurriendo en el mundo sobre el gran desperdicio de los desechos plásticos, en esta última década a nivel mundial es uno de los problemas más contaminantes, cada año que avanzamos el crecimiento de los desperdicios de plásticos va aumentando, en la mayoría de estos plásticos son producidos químicamente y son reactivos para el medio ambiente y en su mayoría no son biodegradables y es por eso que los desechos plásticos hoy en día en el mundo se clasifican como un problema peligroso en el medio ambiente, (contaminación ambiental).

La falta de atención y eliminación de estos desechos plásticos en el mundo puede causar graves problemas en el suelo ya que estos desechos plásticos no se descomponen o degradan fácilmente y van ocasionando problemas en el mar y en suelo, en 2018 se fabricaron 359000000 de TN de plástico a nivel mundial, un 3,16% más que en el año 2017. En Europa la producción de plásticos bajó un 4,20%. Y por eso existe la posibilidad de reducir los desechos plásticos aplicándolo en la gestión de la construcción. (EL BÚHO,2019).

Manifiestan que el uso promedio de los plásticos en el Perú es de 30 kg por persona al año, se utiliza 3 millones de bolsas por año, casi 6 mil bolsas por minuto, y el tiempo de degradación de bolsas es de 400 años, pues, estos desechos encontramos en los mares, ríos, en las chacras, en los bosques y en algunos botaderos terminan quemados. Al quemar estos desechos originan tóxicos que afectan a las personas, pues, estos elementos tóxicos afectan a los cerebros de los seres humanos. (EL BÚHO,2019)

Esta investigación estudiará la influencia del tamaño del polipropileno, reemplazando al agregado fino, dando soluciones que promuevan el reciclado de las bolsas, como también dando una mejora a las propiedades en su estado fresco y endurecido del concreto, como también los elementos del concreto tienden a tener un peso muy elevado y representan una gran carga en las estructuras, por lo tanto el uso del plásticos en el concreto puede generar bastantes beneficios dando una

baja densidad de los elementos estructurales, y dar una mejor trabajabilidad del concreto en estado fresco.

1.2. Formulación del problema.

Problema general

El problema de investigación está orientado, cómo reutilizar los desechos de plásticos abundantes existentes en el mundo que generan complicaciones en el medio ambiente, hablamos de polipropileno. Hay varios estudios orientados a estudiar a cómo reutilizar los desechos de este material, por lo cual surge un problema de investigación que es: ¿Cómo actúa el tamaño del polipropileno con el reemplazo del 20 y 30% de la arena, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$? Nuestra investigación tiene los siguientes problemas específicos: ¿Cómo afecta el tamaño del polipropileno con el 20 y 30% en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?; ¿Cuál será el comportamiento de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes tamaños del polipropileno en la durabilidad con respecto al ataque de sulfatos?

1.3. Justificación.

Como justificación teórica esta investigación tiene como objetivo profundizar el conocimiento en cuanto a la fabricación de concretos con polipropileno y establecer la relación que existe en la propiedad de durabilidad de concreto y resistencia a la compresión. También brindaremos más información al conocimiento existente sobre el uso de un diseño de concreto con polímeros reciclados, para elaborar concretos ecológico y así poder aplicar en la gestión de la construcción. Tomando las medidas necesarias aplicando en los ensayos en el laboratorio, cuyos resultados se podrán aplicar o tomar en cuenta en las construcciones, para así aplicarlo en nuevas construcciones ecológicas.

Como la investigación práctica este estudio realizará un concreto ecológicos fabricados con polipropileno reciclado en sustitución de agregado fino, este estudio pretende fabricar concretos con este material que desempeñen con los requerimientos determinados por la norma y a la vez que se utiliza materiales

desechables que causa problemas al impacto ambiental que atraviesa todo nuestro planeta. De ser positivo el estudio este material será usado en gran cantidad a futuro en el ámbito de construcción y así poder cuidar nuestro medio ambiente.

Como justificación social este estudio pretende abaratar los costos que es fundamental en el ámbito de la construcción y de paso ayudar al medio ambiente de esa forma disminuir el impacto ambiental que genera estos materiales de desecho y a la vez reducir la explotación de las canteras que dañan al suelo. como sabemos que en muchos lugares del Perú son escasas encontrar el agregado fino, esta investigación aspira fortalecer los conocimientos anteriormente obtenidos por parte de los investigadores. Donde se validará la información con la NTP, que busca comprobar los datos obtenidos de ensayos elaborados en el laboratorio por parte de los investigadores, es por ello esta investigación tiene una visión de elaborar un concreto ecológico con la finalidad de disminuir el impacto ambiental y poder mejorar sus propiedades del concreto.

1.4. Hipótesis.

Como hipótesis general tenemos que: El tamaño del polipropileno con el reemplazo del 20 y 30% de la arena, mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Donde la hipótesis específica se tiene. La resistencia a la compresión del concreto aumenta cuando el tamaño y el porcentaje del polipropileno disminuye; A menor tamaño del polipropileno el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mejorará su comportamiento en la durabilidad ante el ataque de sulfatos.

1.5. Objetivos.

Analizar el efecto que produce el tamaño del polipropileno con el reemplazo del 20 y 30% de la arena, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Como objetivos específicos. Analizar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes tamaños y porcentajes del polipropileno; Conocer el comportamiento del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante los ataques de sulfatos con diferentes tamaños del polipropileno.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Este estudio se realizó en México en la universidad Autónoma, facultad de química, en esta investigación se sustituyó el agregado fino con pet en un porcentaje de 1, 2.5 y 5 % y se utilizaron de diferentes tamaños de pet (0.5, 1 y 3 mm). En el cual se observó el $f'c$ del concreto y se llegó a esta conclusión. La calidad de compresión disminuye cuando aumenta el tamaño de PET del concreto irradiado, particularmente al agregar el 1% y 2.5%. Para un tamaño de 3mm, la calidad de la compresión es 38% menor que las cualidades obtenidas para concreto con 0.5 mm. Podemos decir que cuando el tamaño de PET baja, incrementa la resistencia a la compresión. Su deformación unitaria, los datos para concretos irradiados son (20% y 70%) menores, que los concretos sin irradiar. Podemos decir que este dicho plástico, nos da una disposición de reúso al material plástico reciclado en el concreto. (ÁVILA, y otros, 2015).

Se realizó la investigación en la universidad Eafit, sobre el Polietileno de Tereftalato en reemplazo de agregado fino en porcentajes. Los reemplazos se hicieron en 4 proporciones distintas en relación al peso de la arena (5%, 10%, 15% y 20%). se verificaron los resultados de la trabajabilidad y $f'c$ del concreto, comparación con un concreto patrón. Según los resultados en estado fresco del concreto con PET, las manejabilidades indican un buen comportamiento por lo que no se alteró el valor de asentamiento. Con respecto al $f'c$ del concreto se analizó a los 28 días, con reducción del (4%, 12%, 14% y 17%) para las mezclas con sustitución del agregado fino por pet en tasas de (5%, 10%, 15% y 20%) del peso del agregado fino, por separado. Según los resultados, con el reemplazo de 5% PET se alcanzó a la mejor resistencia, pero esto no inca que es el porcentaje óptimo. Los mejores asentamientos se obtuvieron con la mezcla de reemplazo del 15 % a pesar de que con este porcentaje la resistencia a disminuido en un 14% con respecto al concreto patrón. Los investigadores nos recomiendan el reemplazo por volumen del 15 % del peso del agregado fino por pet. (ACEVEDO, y otros, 2019).

Este estudio realizado en Venezuela, la posible actuación del plástico procedentes de las botellas al emplearlo como agregado en una mezcla. Las mezclas han sido constituidas por (5%, 10% y 15%) de pet. En el diseño de mezcla se reemplazó el agregado fino con porcentajes de plástico. Se analizó la durabilidad y f^c del concreto en las mezclas elaborados en probetas para los dichos ensayos tanto en erosión, absorción, impacto y compresión. El f^c del mortero de control a los 28 días fue 207.96 kg/cm², 5% PET- 206.55 kg/cm², 10 % pet-196.39 kg/cm², concreto patrón- 209.09 kg/cm² y concreto 15% de PET- 200.35 kg/cm². La resistencia a compresión fue disminuyendo a medida que incrementa el agregado pet. En conclusión, la mezcla del concreto con un 15% de pet ha sido considerada la más adecuada por lo que el resultado ha sido favorable cuando aún la mezcla no estaba homogénea. La mezcla de concreto con pet hace que disminuyamos los materiales descartables que no tienen una eliminación satisfactoria, por lo tanto, su efecto ecológico, ya que necesitaremos una cantidad mayor para realizar la mezcla, con el objetivo de que estos materiales sean expulsados de la naturaleza. (RENDÓN, y otros, 2008).

En esta investigación, los resultados en general disminuyen, por lo que el contenido de aire en la mezcla se incrementa, por lo que hay menos unión entre la pasta del cemento y la fibra de pet desecho, por otra parte, la resistencia a la tracción diametral no se considera positiva con los porcentajes de fibras de pet desechable, pero con la adición de plastificante viscoconcreto 1110, se observa la elasticidad por presión diametral aumenta considerablemente (2%) en cuanto a la estructura estándar. De esta manera, se presume que el nivel de fibras de pet reciclados no afecta sus resultados. Por otra parte, con respecto a la oposición a la flexión, se observa que las fibras de pet reciclado tienen un impacto, ya que aumenta al menos el 4% con respecto al diseño de control o estándar y con la expansión de la dosificación de 0.7 del plastificante aumenta la resistencia a la flexión. (REYES, 2018).

De la siguiente investigación el f^c del concreto de control en el día 28 fue 220.01 kg/cm², y del f^c del concreto con adición de (5%, 10% y 15%) de pet fue 191.84

kg/cm², 168.25 kg/cm², 151.31 kg/cm² proporcionalmente, al 5% de adición de PET el f'c disminuyó 13% con respecto al Concreto Patrón, al 10% de PET 24% y al 15% de PET 31%. Por otro lado Para el concreto patrón se tuvo un asentamiento de 3 ½", para concreto con adición de 5%, 10% y 15% de PET se obtuvo 3", 2 ½" y 1" respectivamente, se concluye que a más incorporación de PET en el concreto el asentamiento disminuye y las muestras de concreto con adición de 5%, 10% y 15% de PET no muestran una variación considerable en peso con respecto a la muestra patrón, reduciéndose el peso en 0.66%, 1.43% y 2.55% respectivamente, por otro lado los resultados obtenidos nos indican que este concreto se podrá utilizar en construcciones en concreto no estructurales y a su vez una forma de mitigación ambiental de los desechos plásticos. (PINEDO, 2018)

En esta investigación estudiaron la Influencia que tiene el pet en los bloques de concreto, físicas y mecánicas. En este estudio se sustituyó arena en porcentajes de 5%, 15% y 30% con módulo de finura de 2.3 - 3.1 mm. Teniendo como objetivo estudiar las propiedades del bloque de concreto. Al terminar la investigación obtuvieron una conclusión de que el pet impacta mejoras en las propiedades de los bloques, el volumen sugerido fue la sustitución del 15% de pet, ya que fue el porcentaje más apropiado, por lo que presenta mejoras en las propiedades de los bloques de concreto. El ensayo se hizo con adición de (5%, 15% y 30%) de pet. La adición del 15% de pet obtuvo una resistencia a la compresión de 80.84 kg/cm², mientras la adición del 5% de pet obtuvo 77.38kg/cm² y la adición del 30% 69.43 kg/cm², por lo cual podemos decir, que la adición del 30% fue el más desfavorable. (FARIAS, 2019)

En la presente investigación se añadió el polietileno de Tereftalato en porcentaje al respecto del peso del cemento (5%, 10% y 15%) con un tamaño de ¾". Se alcanzó un f'c del concreto promedio en el día 28 de 215.19 kg/cm², 183.76 kg/cm², 145.74 kg/cm², 111.30 kg/cm² para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente. – al 5 % de PET la resistencia se redujo en 14.61 %, al 10 % de PET la resistencia se redujo en 32.28% y al 15 % de PET la resistencia se redujo en 48.28 % por otro lado la densidad del concreto disminuye conforme el porcentaje

de agregado plástico incrementa, pues el material adicionado tiene menor peso, la disminución es de un 5% a 13 % teniendo como particularidad que esta reducción no es directamente proporcional al agregado plástico, sino a la aglomeración de sus partículas entre sí, las cuales provocan el aumento de contenido de aire en el concreto fresco y donde se podrá producir la falla. (LECTOR, y otros, 2017).

Esta investigación fue realizada en Lima, Perú. En esta investigación se reemplazó el agregado fino con porcentajes de polipropileno reciclado (10%, 20% y 30%). Este estudio tuvo el fin estudiar la influencia del agregado fino de pp reciclado en el f'c del concreto 210 kg/cm² y f'c 280 kg/cm², de esta manera se podrá elaborar un concreto ecológico. En estudio se llegó a la conclusión de que el f'c del concreto disminuye en 9.44%, 21.62% y 22.96% a los 28 días con el reemplazo de 10%, 20% y 30% de polipropileno reciclado, en cuanto en concreto f'c280 kg/cm² se concluye que el f'c del concreto disminuye en 3.55%, 10.54% y 12.09% a los 28 días con el reemplazo de 10%, 20% y 30% de polipropileno reciclado. Analizando la disminución en porcentajes se puede observar que a mayor reemplazo de polipropileno reciclado la resistencia ya no varía mucho, por ende, en un concreto no estructural podríamos reemplazar en mayor cantidad el agregado fino. (MENDOZA, 2018).

2.2. Concretos con polipropileno

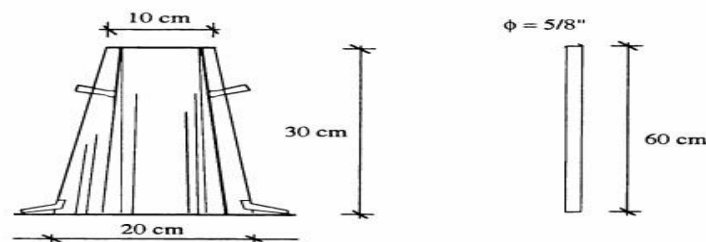
Concretos con materiales con polímeros se pueden utilizar para elaborar concretos livianos, debido a que los agregados del polipropileno cuentan con una densidad mucho menor que de los agregados, en tanto en la trabajabilidad el polipropileno no afecta mucho cuando se elabora una mezcla con similares módulos de finura del pp. Los reciclajes de las bolsas plásticas en el ámbito de la construcción son factibles, estos materiales podemos utilizar en concretos no estructurales. Para conseguir un concreto ligero en algunos casos utilizamos aditivos de incorporación de aire para obtener concretos porosos que no excedan los 1500 kg/cm². En nuestro caso no tendremos que agregarle aditivos incorporadores de aire, debido a que nuestro material polipropileno contiene una densidad mucho más baja que de los agregados. (MAHI, y otros, 2020).

En 1930 se consiguió el desarrollo industrial de los polímeros como los polis cloruro de vinilo, el polietileno. En el año de 1930 a 1935 nace la técnica de termoplásticos, la que permitió a desarrollarse a mayor escala en diversas herramientas, Siendo un material termoestable su forma original que no se puede modificar ya que son duros y frágiles. En cambio, los termoplásticos son reciclables, al momento de estar en contacto a diferentes temperaturas altas pueden cambiar de forma original y así se puede dar otros usos. Su forma de reciclaje de los plásticos termoplásticos es el reciclado mecánico que consiste en triturar, extruir, purificar, permitiendo así su reutilización.. (GARCIA, 2009).

Concreto en estado fresco.

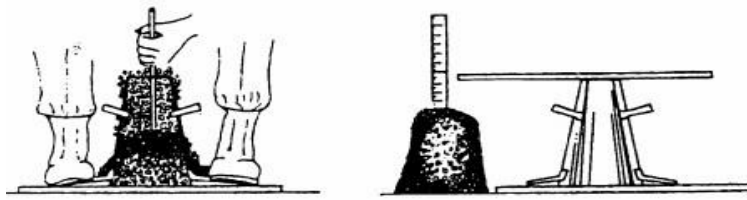
El peso unitario de un concreto mezclado con polipropileno reduce a mayor proporción o sustitución debido a que el material presenta una densidad baja, por ende, ayuda a reducir el peso del concreto, presentando que el concreto se vuelva mucho más ligero que del concreto normal. En cuanto la trabajabilidad del concreto con polipropileno, a medida que se aumenta el porcentaje del polipropileno incrementa el asentamiento del concreto, debido a que el material son partículas redondas, pues, al ser redonda esto ayuda a un mejor movimiento de la mezcla al momento de vaciar. La trabajabilidad del concreto mediremos a través de la prueba llamado slump, es manejado con el fin de medir y percibir el procedimiento del concreto en su estado fresco. El ensayo se realiza mediante el cono Abrams tal como se muestra en la figura (1,2 y 3), se mide el asentamiento de la mezcla después de retirar el cono de Abrams. . (MENDOZA, 2018).

Figura 1: Cono de Abrams



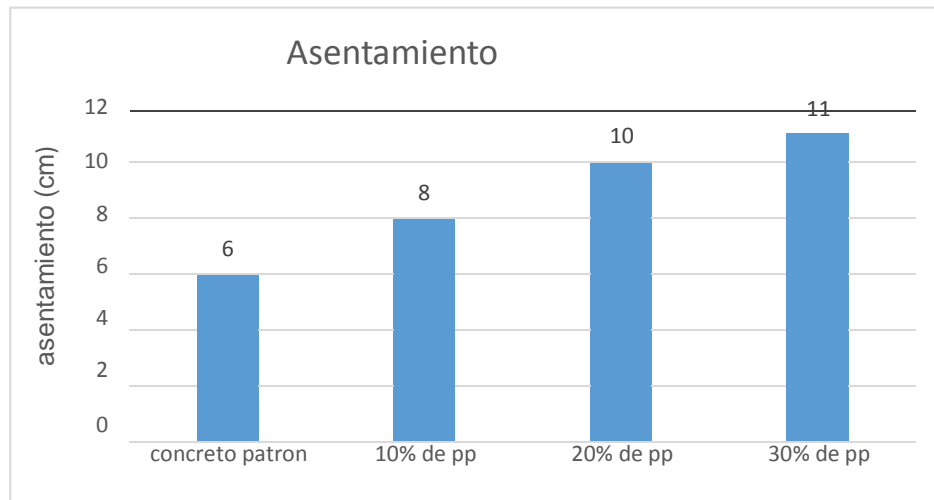
fuelle: ABANTO, 2009.

Figura 2: Ensayo de trabajabilidad con respecto al asentamiento



fuente: ABANTO, 2009.

Figura 3: Trabajabilidad con polipropileno



Fuente: Mendoza, 2018

En cuanto el contenido del aire en concreto en estado fresco ocurre durante las operaciones, en la dosificación y mezclado del concreto integrando una cantidad de volumen de aire, formando burbujas, conocido como aire atrapado. Estos cambios hacen que el concreto baje su resistencia y su durabilidad. En la presente investigación se hará el ensayo de Contenido de Aire del concreto fresco mediante el método por presión. (ASTM C231/ C231M - 17^a). (ABANTO, 2009).

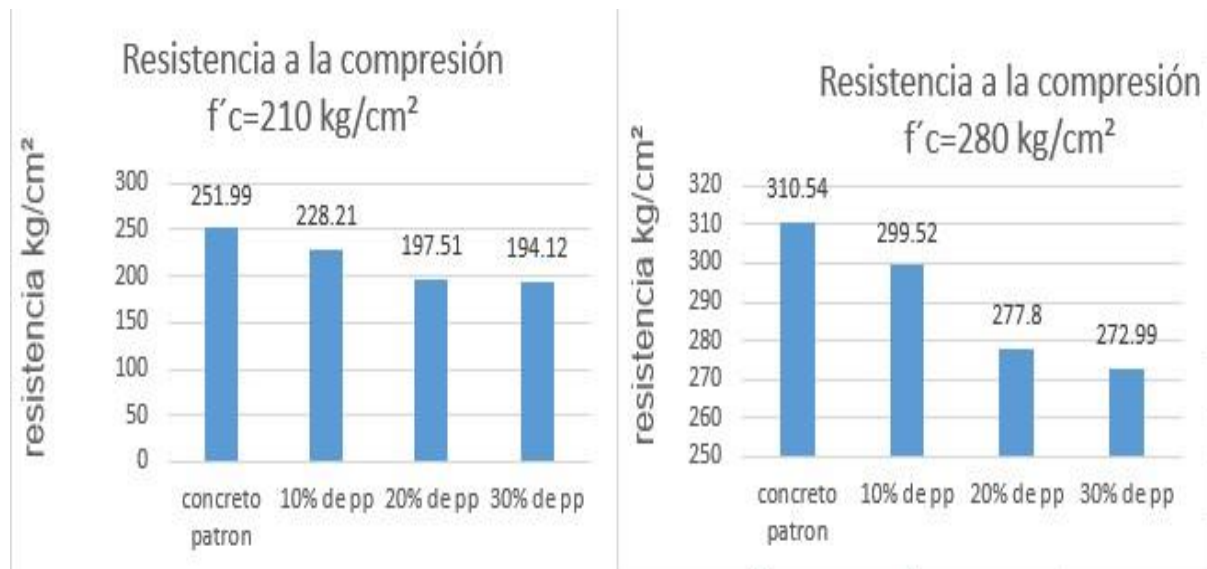
Concreto en estado endurecido

Unas de las propiedades del concreto que se requiere en el estado endurecido, es la resistencia a la compresión, durante el tiempo del proceso de construcción de una obra, establece una gran complacencia para cada todos los que participan en el proceso de construcción. Según los artículos leídos, a medida que se incrementa el polipropileno por agregado fino disminuye la resistencia a la compresión, esto

sucede debido que el material polipropileno sufre adherencia con la masa del cemento. Con este material se puede desarrollar concretos livianos en aquellas estructuras donde se desea mejorar otras propiedades, como la durabilidad, ataque de los químicos utilizar, como un aislante térmico, en algunos casos eliminando el agregado fino y en otros incorporando aire para obtener concretos porosos cuya densidad no exceda de 1500 kg/m^3 . (MENDOZA, 2018).

Cuando el material polipropileno se sustituye por el material natural la resistencia del concreto tiende a descender por el problema que tiene el material al adherirse a la masa del cemento. Como la naturaleza hidrofóbica del plástico restringe la fl Debido al agua necesaria para la absorción del cemento, el proceso de curado es menos efectivo. (PAVLIK, y otros, 2019). Ver figura 4.

Figura 4: Resistencia a la compresión



Fuente: Adaptado (MENDOZA,2018)

Durabilidad del concreto

la durabilidad posee un perfil relativo, donde crea una propiedad del concreto, donde tiende a dar resultados perfectos de durabilidad en cualquier tipo de trabajo, como también no puede ser usado y cuando este se realiza este concreto trae problemas a las estructuras dando perjuicios severos. Esta realidad, afecta de manera drástica a muchos países que no cuentan con recursos de reparación de las estructuras en su vida útil. (TOIRAC, 2009).

La durabilidad de un concreto es la capacidad que tiene un concreto en conservar sin perder sus condiciones químicas y físicas en su vida útil cuando estos están sometidos a la degradación de su material por distintas sollicitaciones y efectos de carga, los que están diseñados en su diseño para su uso correspondiente. Dichas medidas deben estipular las medidas adecuadas para que los proyectos gasten menos en las reparaciones y así alcanzar a la vida útil diseñada en un principio del proyecto. (VALDES, 2017).

La durabilidad de un concreto va depender de muchos factores, uno de ellos es la relación de a/c, por factores como el medio ambiente (estado del tiempo, el clima, agresividad del medio), la humedad, la temperatura y la presión. El concreto debe diseñarse para estar expuesto a diversos factores, como al intemperismo, desgaste y a otros productos químicos. La congelación y descongelación son los principales factores que afectan al concreto en daños sufridos en la intemperie. A estos daños podemos mejorar con la adición de impermeabilidad de (2% a 6%), o empleando un revestimiento que pueda proteger a la superficie. (VALDES, 2017).

Principales problemas de la durabilidad del concreto

Los agentes que perjudican en la vida útil del concreto son de varios tipos y pueden ser distintos en dos tipos: los agentes externos se manifiestan en el medio ambiente o se deben a situaciones de servicio, entre estos se encuentran los iones de cloruro.

“los principales problemas de durabilidad en el hormigón, incluido el álcali. -reacción agregada, ataque de sulfatos, corrosión y congelación del acero”. (FLATT, 2015).

“Álcali- la reacción agregada(AAR) en la estructura de concreto es una reacción entre los álcalis en la solución de poros y algunos químicos activos de los agregados”. (FLATT, 2015).

El deterioro causado por el ataque a los sulfatos son los principales factores que afectan en el deterioro de la expansión de la estructura de concreto. Dicha expansión se atribuye a las reacciones de iones sulfato con algunos productos de hidratación en la estructura de hormigón. (FLATT, 2015). El ataque de sulfatos se presenta cuando ingresan en relación con los agregados hidratados de la pasta del

cemento, esta unión hace que se origine una reacción química que produce la expansión en la pasta y ocasiona una presión capaz de destrozar y posteriormente descomponer el concreto.

Corrosión inducida por cloruro.

Los iones cloruros ingresan de dos formas distintas; 1ro: ingresan al momento de preparar las mezclas y la segunda forma de ingreso es durante la vida en servicio del concreto, los iones de cloruro provienen del medio ambiente. (ambientes costeros o de deshielo) pues, obviamente el primer ingreso es más severo que del segundo ingreso, aunque es más fácil impedir con un conveniente control de los elementos de la mezcla. (AGRIRRE, y otros, 2018).

2.3. Agregado fino de polipropileno reciclado

Los plásticos reciclados podemos encontrar en distintos lugares de almacenamiento, expuestos en diferentes condiciones ambientales, por lo tanto, presentan distintas propiedades físicas a comparación con los plásticos vírgenes. Con el uso de estos polímeros se buscan mejorar otras propiedades del concreto como la permeabilidad, durabilidad. Si bien cierto que la resistencia a la compresión va en descenso al incrementar el polipropileno, pero en un concreto no estructural más se requiere la durabilidad del hormigón, también se pretende contribuir con la preservación del ambiente, formando parte de una cadena que inicia con la producción de elementos para el consumo y que demuestra que una vez dejen de funcionar para lo que fueron creados, pueden ser reutilizados y no generen más contaminación. (PAVLIK, y otros, 2019).

El polipropileno es uno de los plásticos más utilizados en el mundo y que se consigue mediante la polimerización del polipropileno, este material incumbe al grupo de termoplásticos. Polipropileno tiene diferentes propiedades físicas y químicas, que en el ámbito de la construcción se puede aprovechar todas las propiedades que tiene. Este plástico es muy duro tiene una resistencia a las temperaturas muy elevadas, es muy resistente a los golpes, tiene una densidad muy baja que se puede producir concretos muy ligeros y es parecido al polietileno. (PAVLIK, y otros, 2019). Ver tabla 1.

Tabla 1: Propiedades del polipropileno

Densidad kg/ m ³	900 mi 910
Módulo de tracción (GPa)	1.0 mi 1.6
Resistencia a la tracción (Mpa)	25 mi 40
Alargamiento a la ruptura (%)	100 mi 1000
Resistencia al impacto (con ranura) (kj/m ²)	3 mi 17
Coefficiente de expansión lineal fi cient(C10 5)	8 mi 15
Punto de fusión (C)	160
Temperatura de distorsión por calor (C)	45 mil sesenta y cinco
Conductividad térmica (W/Mk)	0.16 mi 0.24
Índice crítico de oxígeno	0.17
Absorción de agua a las 24 h (%)	0.02
Precio (V/Kg)	0.4 0.4

Fuente: Adoptado. (PAVLIK, y otros, 2019).

Peletización

La Peletización consiste en que el polímero fundido se extruye a través de una serie de orificios en el dado y se conforman en filamento que caen en un baño de agua para ser enfriado y luego pasan a través de una cuchilla de aire y en la peletizadora. El tiempo de residencia en el baño de agua por las características de enfriamiento del polímero. (BELL, 2012).

Ensayo para determinar su densidad del polipropileno

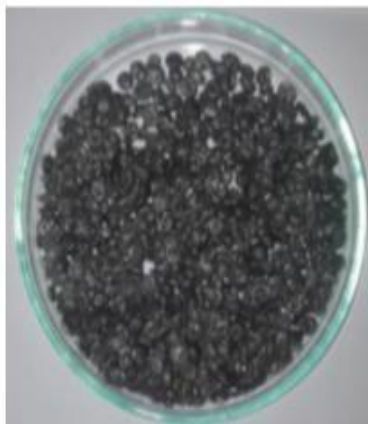
Para determinar su densidad del polipropileno se siguió el método internacional ASTM D 792 el cual describe el método estándar para determinar su densidad relativa del plástico por desplazamiento.

Materiales que se utilizan para el ensayo

Balanza analítica con una precisión de 0.1 mg o superior para materiales con densidades inferiores a 1.00 g/cm^3 y masa inferior a 10g; Un picnómetro que es un instrumento de medición muy usado en el laboratorio química. Este instrumento se utiliza para medir las densidades de los líquidos y de sólidos; Agua, utilizamos agua para llenar el picnómetro hasta enrasar; Un Termómetro legible con una precisión de $0.1 \text{ }^\circ\text{C}$ o mejor. Cubriendo un rango de 0°C a 30°C .; Polipropileno menor a 50 g.

Para este ensayo el material polipropileno debe ser homogéneo, para evitar dispersión en cuanto a la densidad relativa del plástico, para ello se deben acondicionar las muestras de ensayo a los ambientes a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ y $50 \pm 5\%$ de humedad relativa durante no menos de 40 horas antes del ensayo, para este ensayo se va a utilizar 1 a 50 g de agua, llenar el picnómetro con agua limpia hasta el enrase y pesar la muestra 1(M1); luego, vaciar el picnómetro hasta la mitad, seguidamente pesar la muestra 2(M2); Añadir el polipropileno y pesar la muestra, seguidamente se debe de excluir todos los espacios vacíos, colocar el termómetro permitiendo obtener temperaturas menores de $23 \text{ }^\circ\text{C}$. Ver la figura 5

Figura 5: Muestra de polipropileno y ensayo utilizando picnómetro



Fuente: MENDOZA, 2018

2.4. Tamaño del polipropileno

En un principio los agregados sólo se utilizaban por temas económicos, pero con el pasar del tiempo se han ido verificando los resultados de las pruebas experimentales hechas en distintos laboratorios, se llegaron a la conclusión de que las gradaciones de los agregados presentan gran importancia en la durabilidad, la resistencia y la trabajabilidad de las mezclas. Los agregados gruesos aportan en la resistencia, mientras el agregado fino aporta en la fluidez de la mezcla. Para los concretos estructurales el agregado grueso su tamaño máximo debe ser de 38.1 mm, ya que los tamaños superiores a 38.1 mm afectan en la adherencia con la pasta del cemento debido a su peso. En cuanto al agregado fino su degradación debe ser equilibrada con los demás agregados, ya que una buena degradación de los materiales beneficia al costo de la mezcla y a las propiedades del concreto, por ende, el módulo de finura cumple un trabajo importante en el diseño de la mezcla. (SALAS, y otros, 2002).

Granulometría del agregado polipropileno (NTP 400.012)

Para el siguiente ensayo de granulometría, siguiendo la NTP 400.012. En este cálculo utilizaremos las mallas N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N° 4, 3/8" y 3/4". Utilizaremos una balanza con cercanía de 0.1g y puntual a 0.1 % de la muestra, donde uno de estos sea mayor, en el rango de uso. El peso de la muestra tendrá que ser como mínimo de 300 g.

En este cálculo primeramente se pesará la muestra total del polipropileno, seguidamente se agita con movimientos manuales, en este caso con movimientos verticales, luego se pesará la muestra en cada tamiz retenido, seguidamente se calcula como la que mostraremos un ejemplo. Ver la tabla 2

Tabla 2: Módulo de finura del agregado fino

Tamiz Nº.	Abertura. (mm)	Peso Retenido.(g)	% Peso Retenido.	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Requisito. dé % que pasa #
3/8"	9.525	0	0.0	0.0	100.0	100
4	4.75	P1	P1/T.P.M	anterior + actual	100-anterior + actual	95 a 100
8	2.36	P2	P2/T.P.M	anterior + actual	100-anterior + actual	80 a 100
16	1.18	P3	P3/T.P.M	anterior + actual	100-anterior + actual	50 a 85
30	0.6	P4	P4/T.P.M	anterior + actual	100-anterior + actual	25 a 60
50	0.355	P5	P5/T.P.M	anterior + actual	100-anterior + actual	10 a 30
100	0.15	P6	P6/T.P.M	anterior + actual	100-anterior + actual	2 a 10
bandeja		P7	P7/T.P.M	anterior + actual	0	
TOTAL		T. P.M	0.0			

fuentes: ASTM, 2020.

El cálculo de módulo finura sería con la sumatoria de los % Acumulados retenidos en las mallas válidas, que serían las mallas Nº 100, Nº 50, Nº 30, Nº 16, Nº 8 y Nº 4

$$MF = \frac{\sum \text{de los \% Acumulados retenidos en las mallas válidas}}{100}$$

100

2.5. Cemento portland

El material fácil de obtenerlo donde este se combina con el agua, piedra, arena y otros elementos iguales, tiene el cargo de hacer un proceso lento con el agua hasta realizar una masa rígida. Fundamentalmente es un Clinker finito, el cemento portland es un material por la cocción a una elevada temperatura que contienen sílice, hierro, aluminio y cal en distintas dosificaciones determinadas que es fabricado en base de fusión en altas temperaturas (1400- 1450 °c) sus fabricaciones usualmente son en hornos giratorios de diámetros hasta de 5.5 m y longitud hasta de 200 m. Al salir del horno este material se le llama "Clinker". Durante la molienda se le agrega yeso en un porcentaje (3%-4%) puesto que el yeso cumple la función de regular el fraguado. (ABANTO, 2009). Ver la tabla 3.

Tabla 3: Compuestos químicos del cemento portland

	Abreviación
Silicato tricálcico($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$)	C_3S
Silicato dicálcico ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$)	C_2S
Aluminato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{AL}_2\text{O}_3$)	C_3A
Alumino ferrita tricalcico($4\text{CaO}\cdot\text{AL}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$)	C_4AF

fuelle: ABANTO, 2009.

2.6 Aditivo plastificante/reductor de agua (SP-4).

El SP-4 es un aditivo líquido hecho con materias primas de alta calidad y tecnología, permite reducir el porcentaje de agua de la mezcla de concreto o mortero a realizar. Según las normas ASTM C494 y NTP 334.088, cumple con la clasificación TIPO F – Aditivo Reductor de Agua de Alto Rango.

DOSIFICACIÓN

El SP-4 puede ser utilizado en dosis desde 0.3% a 2% con respecto al peso del cemento. Se recomienda realizar pruebas previas para validar la dosis óptima. El producto debe de ser diluido en el agua efectiva durante el proceso de mezclado. En la tabla 4 y en la figura 6 se muestra sus propiedades físicas del aditivo.

Tabla 4: Propiedades Físicas sp-4

Apariencia	Líquida
Color	Café oscuro
Densidad	$1,23 \pm 0,02 \text{ g/ml}$

Fuente: Industrias ULMEN S.A. Aditivos Nanotecnológicos, 2020.

Figura 6: Aditivo SP-4



Fuente: Industrias ULMEN S.A. Aditivos Nanotecnológicos, 2020.

III. MARCO METODOLÓGICO

Metodología

La metodología es una estructura que consiste en un procedimiento a seguir, el cual es situado para lograr un objetivo y poder descubrir resultados confiables en una investigación o como también en otras áreas. (TOMAYO, y otros, 2007).

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada “Busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática. Está más interesada en la aplicación inmediata sobre una problemática antes que en el desarrollo de un conocimiento universal. Los proyectos de ingeniería civil están dentro de este tipo de clasificación”. (BORJA, 2012).

En base de la definición de Borja esta investigación será de tipo **aplicada**, por lo que en nuestra investigación el propósito es reducir la contaminación ambiental fabricando concretos ecológicos utilizando materiales desechables que hoy en día se producen a gran escala y que se reciclan en menor porcentaje.

Nivel de investigación

Esta investigación es de nivel explicativo por lo que pretende determinar las causas y efectos ocasionado por el fenómeno, es decir, está encaminado a la ratificación de hipótesis causales, esto quiere decir, estudio de los causales (variable independiente) cuyo resultado presentan en hechos demostrables (variable dependiente). En este caso se analizará las propiedades del concreto con diferentes tamaños del polipropileno.

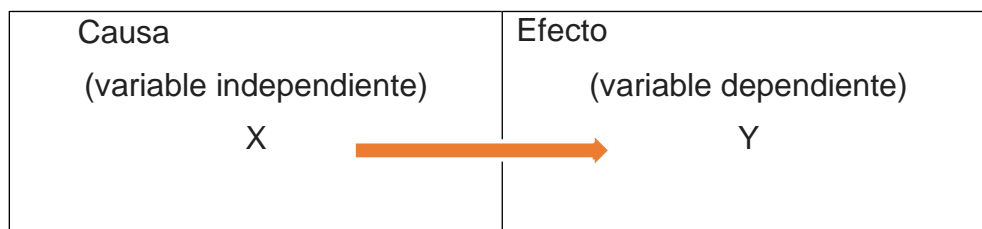
Esta investigación también tiene algunas cualidades de un nivel predictivo, por lo que en la presente investigación se observará el evento durante cierto tiempo, se analizará y buscará explicaciones y factores relacionados entre sí, y así poder lograr un comportamiento a futuro la tendencia de un evento estudiado.

Diseño de investigación.

El diseño de investigación es la forma concreta y práctica de indicar las interrogantes de investigación para lograr los objetivos indicados, lo que envuelve elegir un diseño de investigación y emplear al contexto específico del estudio (DOMINGUEZ, 2015).

La investigación experimental busca observar los efectos causados por 1 o más variables independientes sobre variables dependientes. La investigación será **experimental**, dado que el estudio está enfocado en manipular las variables independientes y así poder medir las causas en los variables dependientes. En este caso se analizará la influencia del tamaño del polipropileno en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en reemplazo del agregado fino (DOMINGUEZ, 2015). Ver tabla 4.

Tabla 4: Esquema de experimento y variables



Fuente: Hernández, 2013.

El diseño pre experimental consiste en que la investigación contiene un control mínimo en donde se dirige un estímulo a los objetos de estudio para luego verificar el nivel en la cual se representa la variable dependiente, generalmente un diseño de pre experimental es útil como un primer acercamiento al problema de investigación. (HERNANDEZ, y otros, 2014). Según el diseño nuestra investigación será de **pre experimental** debido a que no se analizará factor por factor las causas que influyen al manipular la variable independiente.

Enfoque de la investigación.

El enfoque cuantitativo es el que permite explorar los resultados de manera numéricamente y que es probado a través de los estudios realizados. Así, los elementos de la investigación son claros, definidos y limitados y es una secuencia

probatoria en un conjunto de procesos. Dado que se busca comprobar la hipótesis previamente establecida, así como los objetivos trazados, la presente investigación será elaborada bajo el planteamiento metodológico del **enfoque cuantitativo**. (DOMINGUEZ, 2015).

3.2. Variables y operacionalización

La operacionalización de las variables es un método de procedimiento que nos indica en descomponer o desagregar deductivamente las variables que forman el problema de investigación, empezando de lo más normal a lo más definido. (DOMINGUEZ, 2015 pág. 55). Ver la tabla 5 y 6.

Variables, operacionalización

Tabla 5: Variable dependiente

VARIABLE E INDICADORES		
Variable dependiente:	Dimensión	Indicador
Propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Propiedades físicas de concreto en estado fresco	Trabajabilidad (pulgadas)
		Peso unitario (kg/cm^3)
		Contenido de aire (%)
	Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)
		Durabilidad con respecto al ataque de sulfatos (ppm) (kg/cm^2)

Nota: Elaboración propia, 2020.

Tabla 6: Variable independiente

Variable independiente:	Dimensión	Indicador
Polipropileno con diferentes tamaños.	Tamaño del polipropileno	20 % de polipropileno
		30% de polipropileno
		Tamaño 1 (1.18 - 2.36)
		Tamaño (2.36 - 4.75)

Nota: Elaboración propia, 2020.

3.3. Población y muestra.

población.

La población se nombra población o universo a los que conforman sujetos o elementos que serán inspiración de estudio, por ende, la población son aquellos elementos susceptibles que forman un conjunto de elementos que pueden ser infinitos y finitos que serán el motivo para que estudie el investigador, por lo consiguiente la actual investigación su población será formada por un concreto con polipropileno con diferentes tamaños en reemplazo del agregado fino. (BORJA, 2012).

Muestra

La muestra es llamada un subgrupo de la población que es de utilidad por el cual se tomarán datos, que se precisa y determina de antemano con claridad, y la muestra tendrá que ser específica de la población, las probetas se harán de forma cilíndrica. Las cuáles serán fabricadas para poder hacer los ensayos correspondientes de los cuales determinaremos las propiedades del concreto en estado endurecido y en estado fresco.

Muestreo no probabilístico.

En las muestras no probabilísticos el error estándar no es factible calcular, así como el nivel de confianza estima lo estiman los investigadores. En este caso la elección de los elementos no depende de la posibilidad sino del criterio de los investigadores. (BORJA, 2012).

Al ser nuestra muestra un muestreo no probabilístico por varios factores, nuestro tamaño de la muestra asignamos de acuerdo a la norma. Tomando en cuenta los costos la presente investigación tiene limitación al criterio de los investigadores para asumir la cantidad de muestras a ser realizadas. El criterio que se va a emplear en la presente investigación para las pruebas va ser el criterio que manda la norma. NORMA E.060(5.3.1.2.). Como lo detallamos en la siguiente (tabla 7).

Tabla 7: Distribución de probetas para el ensayo

días	Ensayo de resistencia a la compresión					Total
	Concreto patrón	30 % polipropileno		20% polipropileno		
		T-1	T-2	T-1	T-2	
7 días	3	5	5	5	5	23
28 días	3	10	10	10	10	43
Ensayo de resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos						
28 días	3	5	5		-----	13
42 días	3	10	10	-----	-----	23
total	-----	-----	-----	-----	-----	102

Nota: Elaboración propia, 2020.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica.

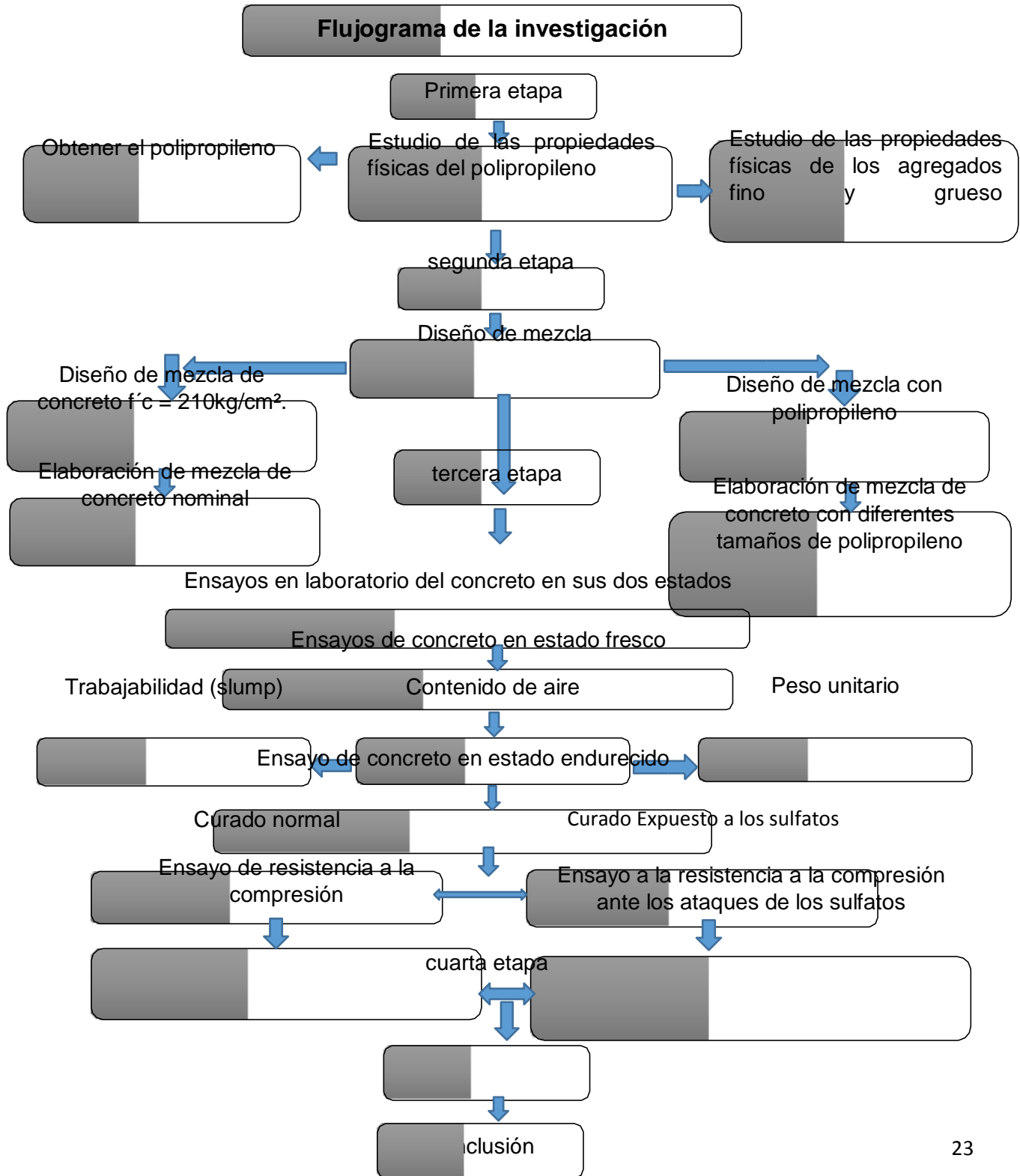
Este proceso se realiza mediante el manejo de métodos e instrumentos, donde se escoge la información que queremos demostrar (cualitativa o cuantitativa), este método depende de sus objetivos o métodos de estudio. La técnica tiene como objetivo en examinar atentamente un fenómeno o un suceso, donde se utiliza el método o instrumento para tomar información y luego analizar los datos registrados, por ende, la técnica de esta investigación será la **observación** directa, donde las probetas ensayadas serán analizadas a través de los ensayos en los laboratorios, en este caso serán las probetas de concreto con polipropileno y sin polipropileno. (MONJE, 2011 pág. 133).

Instrumento

En la investigación cuantitativa se emplea el instrumento para calcular las variables comprendidas en las hipótesis y cuando no tiene hipótesis solo sirve para calcular las variables de beneficio. Este control es eficiente cuando el elemento de recolección de información en realidad simboliza las variables que tenemos en mente. Es por eso que para este procedimiento utilizaremos fichas técnicas con los cuales se trabajará en el laboratorio y darle validez a los instrumentos a través de los ensayos, con el juicio de los expertos a cargo del laboratorio. (FERNÁNDEZ, y otros, 2014).

3.5. Procedimientos

La presente investigación se realizará los procedimientos en las siguientes 4 etapas, tal como se muestra en el siguiente flujograma.



3.6. Métodos de análisis de datos.

Las técnicas de estudio de datos serán a través de los ensayos en el laboratorio para poder explicar el estudio de las propiedades del concreto de un diseño patrón de 210 kg/cm² y un diseño patrón agregando polipropileno. Para la realización de esta investigación se eligieron los agregados de la cantera la Trapiche que cumplan con las características técnicas.

3.7. Aspectos éticos.

En esta investigación la información recolectada fue a través de libros, tesis y artículos científicos, como también este proyecto está basado a la norma técnica peruana y el ASTM, tanto como para la elaboración de los ensayos y el marco teórico lo cual no dará una confiabilidad en los resultados obtenidos mediante los ensayos y este proyecto presentará la autenticidad mediante el turnitin.

Primera etapa recolección de datos

Los (agregado fino y grueso) que se utilizaran para la siguiente investigación se obtuvieron de la cantera trapiche San Martín de Porres. Ver figura 7 y 8.

Figura 7: Trapiche



Fuente: Google earth, 2020.

Figura 8: Empresa Tamicorp S.A.C.



Fuente: Cantera la trapiche, 2020.

El material polipropileno que se utilizó en la actual investigación se ha obtenido de la empresa Tamicorp S.A.C. donde realizan actividades del proceso de los desechos industriales producidos en gran cantidad, mediante las técnicas avanzadas para transformar en materia prima y dándole un óptimo uso en nuevos subproductos, utilizando polipropileno 100% reciclado.

IV RESULTADOS

En este capítulo IV se muestra todos los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio. Estudio de las propiedades físicas de los agregados, Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

4.1 Ensayo de calidad de los agregados

4.1.1 Contenido de humedad de los agregados

En la actual investigación se utilizó las siguientes herramientas para el ensayo de contenido de humedad: Una balanza con una precisión del 0.1% de la carga de prueba; Un horno que sea apto de conservar una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$; Una tara, para embutir la muestra en el horno.

Procedimientos

En este caso el procedimiento fue lo mismo que se empleó tanto para el agregado grueso y para el agregado fino.

Primeramente, se seleccionó una fracción característica de la muestra a determinar la humedad; seguidamente se ubicará el material a estudiar en una tara previamente pesado, la tara debe estar limpio y seco; posteriormente se pesó la muestra en la tara y se dejó en la estufa durante 24 horas a una temperatura alrededor de $110\text{ }^{\circ}\text{C}$; luego pasando las 24Hrs, se enfrió la muestra para luego pesar la muestra más la tara; finalmente se separó la muestra de suelo y luego se ejecutarán los cálculos.

Para hallar el contenido de humedad se recurrirá a la fórmula que se muestra:

$$\% \text{ de humedad} = \chi = \frac{\text{Humedad} - \text{Seco}}{\text{Seco}} \chi 100$$

Método de ensayo normado para determinar el contenido de humedad secado (**ASTM C566-97 / NTP 339.185 (%)**).

El resultado de los ensayos de contenido de humedad del agregado grueso, fino y polipropileno se puede visualizar en las tablas (8, 9 y 10).

Tabla 8: Ensayo de contenido de humedad del agregado fino

Muestra	1	2	promedio
Peso del tarro + suelo seco (g)	558.0	558.0	-----
Peso del tarro + suelo húmedo(g)	552.23	553.0	-----
Peso del tarro (g)	58.0	58.0	-----
Peso del agua (g)	5.7	5	-----
Peso de suelo seco (g)	494.3	495.0	-----
Contenido de Humedad (g)	1.15	1.0	1.1 %

Nota: Elaboración propia, 2020.

En este ensayo del contenido de humedad del agregado fino se trabajó con 500 g del material, se hizo 2 veces el ensayo, pues, tal como se observa en la tabla 8 el promedio del contenido de humedad es de 1.1%, esto nos indica que los poros del material estaban parcialmente secos.

Tabla 9: Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.

Muestra	1	2	promedio
Peso del tarro + suelo seco (g)	5604.0	5604.0	-----
Peso del tarro + suelo húmedo(g)	5584.0	5587.0	-----
Peso del tarro (g)	604.0	604.0	-----
Peso del agua (g)	20.0	17.0	-----
Peso de suelo seco (g)	4980.0	4983.0	-----
Contenido de Humedad (g)	0.40	0.3	0.4 %

Nota: Elaboración propia, 2020.

Tabla 10: Ensayo de contenido de humedad del polipropileno.

ASTM D 2216 / NTP 339.185 (%)			
tarro n°	1	2	promedio
peso del tarro + suelo seco (g)	558.0	558.0	-----
peso del tarro + suelo húmedo (g)	558.5	558.6	-----
peso del tarro (g)	58.0	58.0	-----
peso del agua (g)	0.5	0.6	-----
peso de suelo seco (g)	500.5	500.6	
contenido. de humedad (%)	0.10	0.12	0.11

Nota: Elaboración propia, 2020.

En este ensayo del contenido de humedad del agregado polipropileno se trabajó con 500 g del material, se hizo 2 veces el ensayo, pues, tal como se observa en la tabla 10 el promedio del contenido de humedad es de 0.11%, esto nos indica que la humedad del material es relativamente baja, los poros del material están secos, el material aporta una mínima cantidad de agua a la mezcla.

4.1.2 Peso unitario del agregado grueso, fino y polipropileno.

En este ensayo se obtuvo los pesos unitarios suelto o compactado, para ello nos hemos guiado con la NORMA **(ASTM C29/ NTP 400.017)**

Para el siguiente ensayo se utilizó los siguientes materiales: balanza que tenga una veracidad del 0.1% de la carga de prueba; Muestra de agregado fino, grueso y polipropileno.

Procedimiento para Peso unitario Suelto.

Se llenó el cilindro con la ayuda de una pala de manera que el material se suelte de una altura no mayor de 50cm: hasta llenarlo al recipiente; Seguidamente se enraso la superficie del agregado con varilla, de manera que los materiales salientes se reparen con los hundimientos en relación al plano de enrase; finalmente se determinó la masa en kg. del cilindro lleno, mediante la báscula. (NTP 400.0.17). Para ello se calculó con la siguiente fórmula. Los resultados se muestran en la tabla **(11, 12, 13 y 14)**.

$$\text{Peso unitario Suelto} = \frac{\text{Peso neto}}{\text{Volumen}}$$

Donde peso neto es: Peso del cilindro – peso cilindro + agregado

Procedimiento para Peso unitario compactado.

Primeramente, la muestra se colocó en el cilindro, en este caso el cilindro se llenó en tres etapas en volúmenes iguales hasta colmarlo; en cada capa se apisona dando 25 golpes y distribuir homogéneamente en cada capa. En este caso hemos utilizado una varilla de acero de 60 cm de longitud y 16 mm de ancho, cuando ya se llenó el cilindro se enrasa el área utilizando una varilla como regla y se determinó masa del cilindro llenado, en kg. (NTP 400.0.17). Para ello hemos utilizado la siguiente fórmula. El resultado se puede visualizar en la tabla **(11, 12, 13 y 14)**

$$\text{Peso unitario Compactado} = \frac{\text{Ps. neto}}{\text{Volumen}}$$

Donde Ps. neto es: Peso del cilindro – peso cilindro + Agd.

Tabla 11: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

MUESTRA		Peso unitario Suelto			Peso unitario Compactado		
		1	2	3	1	2	3
A	Peso Mat.+ Molde	7380.0	7374.0	7369.0	8187.0	8043.0	8042.0
B	Peso Molde	2930.0	2930.0	2930.0	2930.0	2930.0	2930.0
C	Peso de Material	4450	4444	4439	5257	5113	5112
D	Volumen del Molde	2928.9	2928.9	2928.9	2928.9	2928.9	2928.9
E	Peso Unitario	1519.34	1517.29	1515.59	1794.87	1745.71	1745.37
PROMEDIO PUS		1517.407 kg/m ³					
PROMEDIO PUC		1761.981 kg/m ³					

Nota: Elaboración propia, 2020.

El ensayo del peso unitario suelto y compactado del agregado fino se hizo siguiendo la norma ASTM C29/ NTP 400.017. La norma nos indica que el peso unitario sueltos está entre 1400 kg/m³ a 1600 kg/m³, el promedio del peso unitario suelto nos da 1517.407 kg/m³, por tanto, si cumple con la norma.

Tabla 12: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

MUESTRA		Peso unitario Suelto		Peso Unitario Compactado	
		1	2	1	2
A	Peso Mat.+ Molde	30650.00	30450.0	33000.0	32900.00
B	Peso Molde	7523.00	7523	7523	7523.00
C	Peso de Material	23127.00	22927	25477	25377.00
D	Volumen del Molde	14663.00	14663.0	14663.0	14663.00
E	Peso Unitario Varillado	1577.24	1564	1737.50	1730.68
PROMEDIO PUS		1570.42 kg/m ³			
PROMEDIO PUC		1734.09 kg/m ³			

Nota: Elaboración propia, 2020.

La norma nos indica que el peso unitario sueltos del agregado grueso está entre 1500 kg/m³ a 1600 kg/m³, el promedio del peso unitario suelto nos da 1570.42 kg/m³, por tanto, si cumple con la norma. Lo mismo nos indica la norma para peso unitario compactado que está entre 1600 kg/m³ a 1900 kg/m³, al hacer nuestro ensayo nos salió 1734.09 kg/m³, esto nos indica que si cumple con la norma.

Tabla 13: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del polipropileno

Polipropileno tamaño 1		Peso unitario suelto		Peso unitario compactado	
Muestra		1	2	1	2
A	Peso Mat.+ Molde	4400.0	4350.0	4500.0	4500.0
B	Peso Molde	2900.0	2900.0	2900.0	2900.0
C	Peso de Material	1500	1450	1600	1600
D	Volumen del Molde	3217.0	3217.0	3217.0	3217.0
E	Peso Unitario	466	451	497	497
PROMEDIO PUS		459 kg/m³			
PROMEDIO PUC		497 kg/m³			

Nota: Elaboración propia, 2020.

El ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado polipropileno se hizo siguiendo la norma ASTM C29/ NTP 400.017. Tal como se puede apreciar en la tabla 13 el peso unitario suelto y compactado están por debajo del peso unitario del agregado fino.

Tabla 14: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del polipropileno.

Polipropileno tamaño 2		Peso unitario suelto		Peso unitario compactado	
Muestra		1	2	1	2
A	Peso Mat.+ Molde	4400.0	4350.0	4500.0	4500.0
B	Peso Molde	2900.0	2900.0	2900.0	2900.0
C	Peso de Material	1500	1450	1600	1600
D	Volumen del Molde	3217.0	3217.0	3217.0	3217.0
E	Peso Unitario	466	451	497	497
PROMEDIO PUS		471 kg/m³			
PROMEDIO PUC		514 kg/m³			

Nota: Elaboración propia, 2020.

4.1.3 Granulometría de los agregados

Granulometría del agregado fino (ASTM - C136/ NTP 400.012)

En el siguiente ensayo se distribuyó los tamaños de los agregados que se ha determinado con los tamices según como indica (ASTM - C136/ NTP 400.012) para ello se utilizará los siguientes materiales. Para el siguiente ensayo se utilizó los siguientes materiales: Una balanza con una exactitud de 0.1 g y exacta a 0.1 0 0.1% que esté en el rango, para el Agregado grueso una balanza con exactitud de

0.5 g o 0.1% de la masa, en este caso cualquiera que esté dentro del rango; juego de tamices, para prever las pérdidas de materiales durante el ensayo se montaran sobre armaduras construidas.

Procedimientos del ensayo

Los procedimientos se repiten para los agregados. Primeramente, se seleccionó una muestra representativa; Luego se procedió con el tamizado. Para el agregado grueso se tamizo utilizando tamices en con los siguientes tamices en orden descendente (1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", n° 4 y fondo. Para el agregado fino hemos utilizado los siguientes tamices (Nª4, Nª8, Nª16, Nª30, Nª50, Nª100, Nª200 y Fondo); finalmente se cuantificó los pesos retenidos en cada malla pesando en una balanza de cada tamiz retenido para así calcular su Módulo fineza. Para el cálculo de módulo de módulo fineza del agregado grueso se recurrió a la siguiente fórmula.

$$\text{Módulo finura de agregado grueso} = \frac{\% \text{ret acum.}(1\ 1/2" + 3/4" + 3/8")}{100}$$

Para el cálculo del Módulo fineza. del agregado fino se recurrió a la siguiente fórmula

$$\text{Módulo finura del agregado fino} = \frac{\sum \% \text{Acumulados Rtn. en las mallas validas}}{100}$$

El resultado se muestra en la tabla **(15 y 16)**.

Tabla 15: Ensayo granulométrico del agregado fino norma (ASTM - C136/ NTP 400.012).

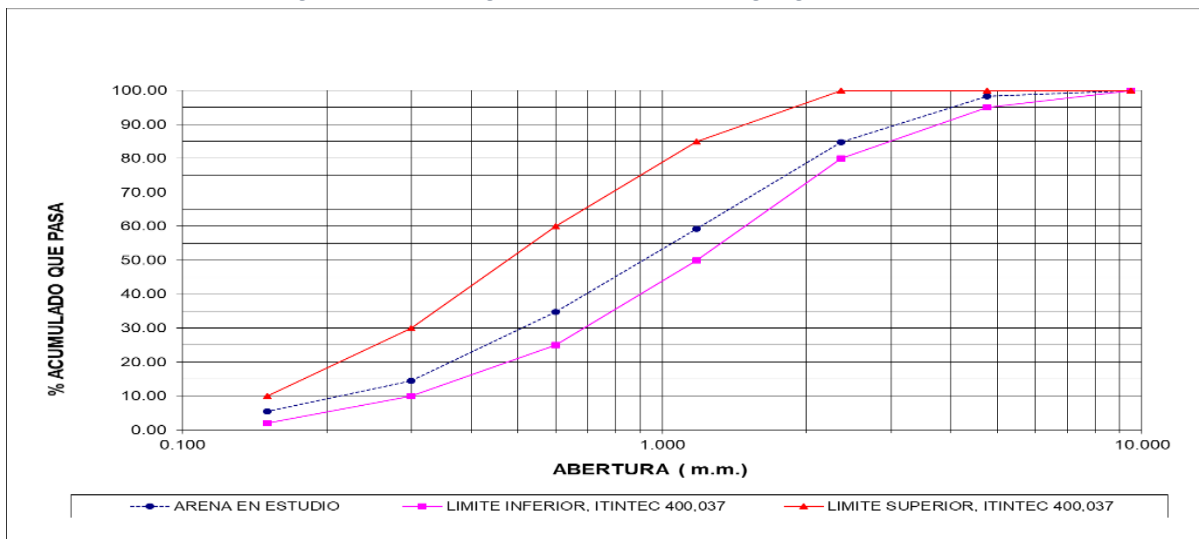
TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE			HUSO #	
			Retenido(g)	Retenido	Acumulado			Pasante
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0		
# 4	4.750	5.0	1.7	1.7	98.3	95	100
# 8	2.360	40.0	13.5	15.2	84.8	80	100
# 16	1.180	76.0	25.6	40.7	59.3	50	85
# 30	0.600	73.0	24.6	65.3	34.7	25	60
# 50	0.300	60.0	20.2	85.5	14.5	10	30
# 100	0.150	27.0	9.1	94.6	5.4	2	10
# 200	0.075	10.0	3.4	98.0	2.0		
>200		6.0	2.0	100.0	0.0	-----	
Total		297.0					

Nota: Elaboración propia, 2020.

El cálculo de módulo finura sería con la sumatoria de los % Acumulados retenidos en las mallas válidas, que serían la mallas N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8 y N° 4.

$$\text{Módulo fineza} = \frac{1.7 + 15.2 + 40.7 + 65.3 + 85.5 + 94.6}{3.01 \cdot 100} =$$

Figura 9: Curva granulométrico del agregado fino.



Nota: Figura propia, 2020.

En la figura 9 se puede observar que las partículas pasan por los diferentes tamices según la norma ASTM C136/ NTP 400.012. Cumple con la norma NTP 400.037.

Ensayo Granulométrico del agregado polipropileno. (ASTM-C136/NP 400.012)

Tabla 16: Ensayo granulométrico del agregado polipropileno norma (ASTM - C136/ NTP 400.012).

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO Retenido.	PORCENTAJE			HUSO #	
			Retenido	Acumulado.	Pasante		
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0	95	100
# 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0	80	100
# 8	2.360	160.0	53.3	53.3	46.7	50	85
# 16	1.180	140.0	46.7	100.0	0.0	25	60
# 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0	10	30
# 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0	2	10
# 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0		

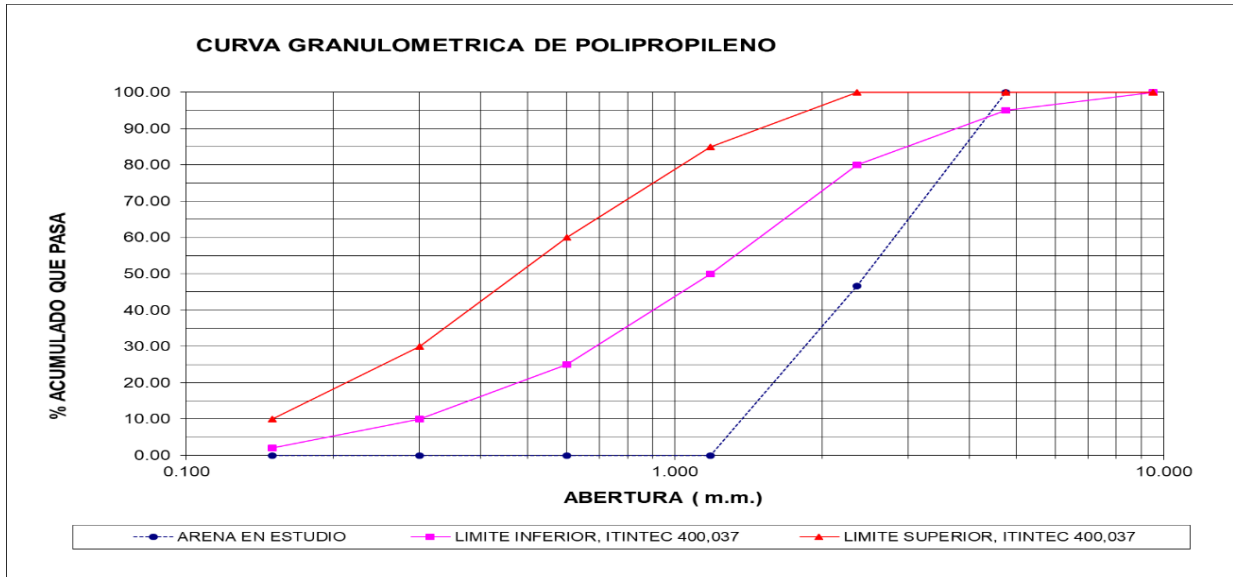
Nota: Elaboración propia, 2020.

# 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0	-----
Total		300	0.0	100.0	0.0	-----

Nota: Elaboración propia, 2020.

$$\text{Módulo finura del polipropileno } MF = \frac{0.0 + 53.3 + 100 + 100 + 100 + 100}{100} = 4.5$$

Figura 10: Curva granulométrica de polipropileno.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Según la tabla 16 y la figura 10 hemos definido nuestro tamaño del polipropileno, como se observa, las partículas mayormente se retienen en la malla nº 8 y nº 16, por ende, nuestro tamaño 1 de polipropileno está conformado por las partículas retenidos en la malla nº 16 y nuestro tamaño 2 está conformado por las partículas retenidas en la malla nº 8.

Tabla 17: Ensayo granulométrico del agregado grueso (ASTM - C 33).

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO	PORCENTAJE			HUSO # 67	
			Retenido	Acumulado.	Pasante		
1"	25.000		0.0	0.0	100.0	95	100
3/4"	19.000	358.0	9.0	9.0	91.0	-----	-----
1/2"	12.500	2535.0	68.4	72.4	27.6	25	60
3/8"	9.500	930.0	18.3	95.7	4.3	-----	-----
# 4	4.750	173.0	4.3	100.0	0.0	0	10
# 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0	-----	-----

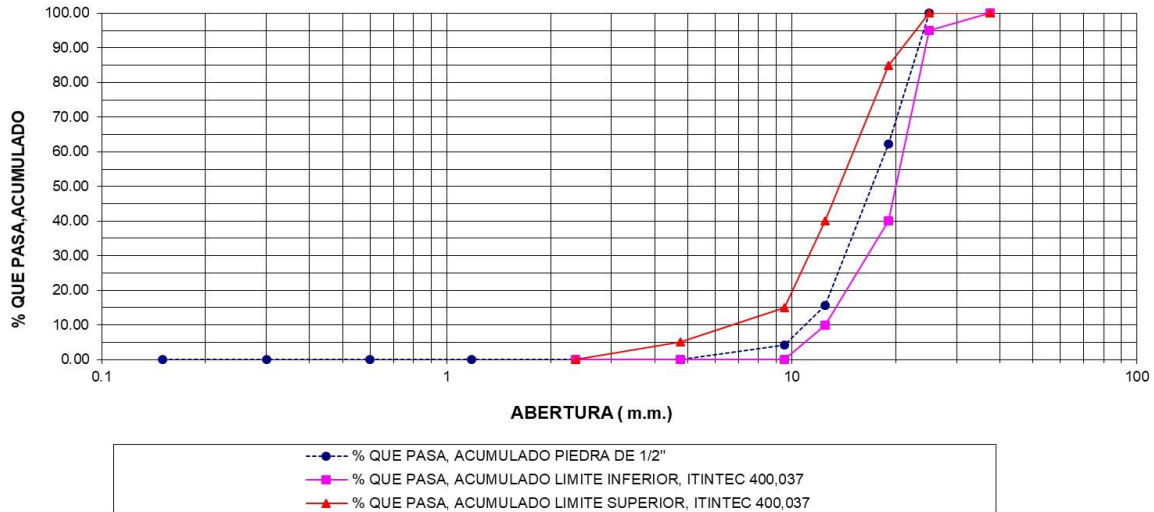
Nota: Elaboración propia, 2020.

>200		0.0	0.0	100.0	0.0	-----
TOTAL		3996.0				

Nota: Elaboración propia, 2020.

Tamaño máximo nominal = 3/4"

Figura 11: Curva granulométrica del agregado grueso.



Nota: Elaboración propia, 2020.

el huso granulométrico del agregado grueso depende de algunas propiedades físicas de los agregados como el tamaño máximo (TM) que viene a ser el último tamiz que deja pasar el 100% del material en estudio y Tamaño máximo nominal (TMN) que viene a ser el primer tamiz que retiene el 5% o más del material estudiado. Los agregados cumplen con la norma técnica peruana NTP 400.037.

En la figura 9 se puede observar que la curva granulométrica está dentro del rango del huso que indica la norma (**ASTM - C 33**).

4.1.4 Peso específico y absorción del agregado fino y polipropileno

Para el siguiente ensayo se utilizó los siguientes materiales: Una balanza con un aforo de 1 kg y sensibilidad de 0.1 g; un picnómetro, que sea apto de estimar volumen con una veracidad de $\pm 0.1 \text{ cm}^3$. Su cabida de nivelación será superior al 50% de volumen ocupado por la muestra; Un molde cónico recto con una chapa metálica de 0.8 mm de grosor mínimo, y 90 ± 3 mm de diámetro interior en una base mayor, de 40 ± 3 mm de interior en su base menor, y 75 ± 3 mm de altura; Una varilla metálica recta con un peso aproximadamente 340 ± 15 g y que tenga en uno de sus

extremos una superficie plana para el apisonado, un diámetro aproximadamente 25 ± 3 mm; Una bandeja de zinc; un aparato que aporte aire caliente de rapidez templada.

Procedimiento del ensayo

Seleccionaremos mediante el cuarteo una parte de la muestra, un porcentaje aproximada de 1 kg, seguidamente se secó en una estufa 100 a 110 °C, luego se enfrió la muestra durante 1 a 3 horas; cuando ya está enfriado se pesó repetidamente hasta conseguir un peso constante. Luego la muestra se llenó con agua completamente y se dejó sumergiendo durante ± 24 horas; Posteriormente del tiempo de hundimiento, se decantó el agua de manera cuidadosa para impedir las pérdidas de finos y se extendió el agregado encima de una bandeja, luego se hizo la manipulación de secado de la superficie de partículas destinando al aire caliente, mientras se mueva consecutivamente para que pueda secarse uniformemente y que puedan fluir libremente; Seguidamente observar visualmente que el agregado que ya esté secando, se detiene fijamente el molde con mayor diámetro apoyada sobre una área plana, seguidamente se echó al interior a través de un embudo un importe del material necesario, luego se apisonan, luego se levantó el molde de forma vertical cuidadosamente. Si la zona de las partículas aún mantiene abundancia de humedad, el cono se mantuvo en su forma original, por lo que se prolongó el moviendo y secado de la muestra, realizando constantemente hasta que se produzca el primer desprendimiento superficial, esto nos indicará que la superficie ya está seco; seguidamente; se introducía en el picnómetro el agregado fino aproximadamente 1 kg, y luego se añadió agua hasta un 90% de su volumen, seguidamente se eliminó el aire retenido cuando en una superficie plana se coloca el picnómetro y se hace rodar, seguidamente se introdujo en una agua entre 21° y 25 °C durante 1Hra, seguidamente se enraso con agua a igual temperatura, después de sacar del baño, se secó la superficie y procederemos el peso total(muestra, agua y picnómetro); posteriormente de la matraz se saca el agregado para luego secar en una estufa a 100 – 110°C, luego de sacar del horno se dejó enfriar a $\frac{1}{2}$ a 1 hora para luego determinar su peso seco.

Para el cálculo hemos recurrido a la siguiente fórmula.

$$\text{Peso Específico} = \frac{\text{peso del agregado fino seco}}{\text{volumen}}$$

Donde el volumen es= (A)+(B)-(D)

Para el siguiente cálculo se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{Abs} = \frac{\text{peso Agd.SSS} - \text{peso Agd.Seco}}{\text{peso Agd seco}} \times 100$$

Donde= peso Agd.SSS es = (B)-(A); peso Agd.seco= (C)-(A).

El ensayo del polipropileno se realizó con los mismos procedimientos del agregado fino.

Todo el resultado se muestra en la tabla **(18 y 19)**

Tabla 18: Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.

muestra		1	2	promedio
A	peso mat. sss. (g)	250.00	250.00	
B	peso fiola calibrada con agua (g)	358.50	358.48	
C	peso fiola cal. con agua + peso mat. sss. (g)	608.50	608.48	
D	peso del mat. + peso fiola + h2o (g)	514.70	515.70	
E	vol de masa + vol de vacíos (cc)	93.80	92.78	
F	peso mat. seco en horno (105°C) (g)	238.30	238.28	
G	vol de masa (g)	82.10	81.06	
H	peso específico (base seca) (g/cc)	2.54	2.568	2.554
I	peso específico (base saturada) (g/cc)	2.67	2.695	2.68
J	peso específico aparente (base seca) (g/cc.)	2.90	2.940	2.921
K	% de absorción	4.91	4.919	4.91

Nota: Elaboración Propia, 2020.

El ensayo peso específico y absorción de agregado fino se hizo siguiendo la norma (ASTM C 128-2007 / NTP 400.022:2002). Pues en este ensayo se determinó la cantidad de volumen que ocupa el agregado fino sin incluir los vacíos. Tal como se muestra en la tabla 18 el promedio de nuestro peso específico nos da 2.9 g/cm³ y el promedio del porcentaje de absorción nos da 4.91%.

Tabla 19: Ensayo del peso específico y absorción del polipropileno.

Muestra		1	2	Promedio
A	peso mat. sss. (g)	250	250	
B	peso fiola calibrada con agua (g)	358.5	358.48	
C	peso fiola cal. con agua + peso mat. sss. (g)	608.5	608.48	
D	peso del mat. + peso fiola + h2o (g)	303	302	
E	Vol. de masa +vol de vacíos (cc)	305.5	306.48	
F	peso mat. seco en horno (105°C) (g)	249.7	249.75	
G	Vol. de masa (g)	305.2	306.23	
H	peso específico (base seca) (g/cc)	0.82	0.815	0.816
I	peso específico (base saturada) (g/cc)	0.82	0.816	0.82
J	peso específico aparente (base seca) (g/cc.)	0.82	0.816	0.817
K	% de absorción	0.12	0.1	0.11

Nota: Elaboración propia, 2020.

El ensayo de peso específico y absorción del agregado polipropileno se hizo siguiendo la norma (ASTM C 128-2007 / NTP 400.022:2002). Tal como se muestra en la tabla 19 el promedio de nuestro peso específico nos da 0.81 g/cm³ y nuestro porcentaje de absorción 0.11%, pues, esto nos indica que el material polipropileno su peso específico es menor que del agregado fino y su absorción es casi nulo.

4.1.5 Absorción y Peso específico del agregado grueso

Para este procedimiento utilizaremos los siguientes materiales: Un dispositivo de pesaje con una exactitud de 0.05%; una canasta de alambre con un diámetro de 3.35mm; Depósito de agua.

Procedimientos para el ensayo

Como primer paso se lavó la muestra para eliminar polvos y otros materiales, seguidamente se secó en una estufa a (110± 5°C); seguidamente se enfrió la muestra durante 1 - 3 horas. Después de enfriar se pesó la muestra para luego sumergir al agua durante 24 horas; Después de sumersión se dejó secar la muestra en un paño absorbente de gran tamaño, hasta poder eliminar el agua visible superficial. Inmediatamente hemos determinado su peso de la muestra en su estado saturado superficialmente seco; luego la muestra saturado seco se colocó en una canastilla metálica para medir su peso sumergido al agua, entre 23 °C± 1.7 °C;

finalmente se secó la muestra a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, luego se enfrió la muestra durante 1 hora aproximadamente y finalmente se procedió con el pesado de la muestra en el estado seco.

Para el cálculo hemos aplicado la siguiente fórmula.

$$\text{Peso Específico del agregado grueso} = \frac{\text{peso del agregado grueso seco}}{\text{volumen}}$$

Donde el volumen es= (A)-(B)

Para el cálculo de la absorción del agregado grueso aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\% \text{Abs} = \frac{\text{peso Agd.SSS} - \text{peso Agd.Seco}}{\text{peso Agd.seco}} \times 100$$

Donde= peso Agd.SSS es = (A)-(A); peso Agd.seco= (C)

El resultado se muestra en la tabla **(20)**

ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso **(ASTM C127-2007 / NTP 400.021: 2002)**

Tabla 20: Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

Muestra		1	2	Promedio
A	Peso mat. sat. sup. seca (en aire) (g)	5004.00	5003.50	
B	Peso mat. sat. sup. seca (en agua) (g)	3154.00	3154.00	
C	vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	1850.00	1849.5	
D	Peso mat. seco en horno (105°C) (g)	4981.00	4981.00	
E	vol. de masa (g)	1827.00	1827.0	
F	Peso específico (base seca)(g./cc)	2.69	2.693	2.693
G	Peso específico (base saturada) (g./cc)	2.70	2.705	2.705
H	Peso específico aparente (base seca) (g./cc)	2.73	2.726	2.726
I	% de Absorción	0.46	0.45	0.46

Nota: Elaboración propia, 2020.

El ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso se hizo siguiendo la norma (ASTM C 128-2007 / NTP 400.022:2002). En este ensayo se determinó el volumen que ocupa el agregado grueso sin incluir los vacíos, tal como se muestra

en la tabla 20 el promedio de nuestro peso específico del agregado grueso es de 2.71 g/cm^3 y el porcentaje de absorción es de 0.46%.

4.2. Segunda etapa, Diseño de mezcla.

En esta fase se realizará la elaboración del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y concreto con polipropileno.

Procedimiento del diseño de mezcla (**MÉTODO DE LA A.C.I. Del Comité 211.**).

Propiedades físicas de los materiales.

Tabla 21: Datos para el cálculo de diseño.

Materiales	Peso Específico g/cm^3	% Humedad	% Absorción	Peso Unitario compactado kg/m^3	Peso Unitario suelto kg/m^3
Agua	1	-----	-----	-----	-----
Cemento	3.15	-----	-----	-----	-----
Grava	2.7	0.4	0.46	1734.09	1570.42
Arena	2.9	1.14	4.9	1761.981	1517.407
Polipropileno	0.81	0.1	0.11	420	370
Aditivo	1.23	-----	-----	-----	-----

Nota: Elaboración propia, 2020.

En la tabla 21 se muestra un resumen de las propiedades físicas de todo el agregado que se utilizaron en el diseño de la mezcla.

Tipo de concreto: 210 kg/cm^2

TMN: 3/4"

Asentamiento: 3" a 4"

Módulo de fineza del agregado fino: 3.00

a) Resistencia promedio de diseño

Tabla 22: Resistencia a la compresión promedio.

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: Borja, 2012.

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f'c r = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Tabla 22}$$

- b) Para este procedimiento utilizaremos la (**tabla 23**) para obtener contenido de aire atrapado.

Tabla 23: Contenido de aire por (TMN).

Tamaño máximo nominal del agregado grueso (Pulgadas)	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: Borja, 2012.

Aire atrapado= 2%

- c) En el siguiente procedimiento se calcula el contenido de agua para 1 (TMN VS SLUMP), para ello utilizaremos la (**tabla 24**).

Tabla24: TMN VS SLUMP.

Asentamiento	Agua en lt/m3, para los Tamaños Máximos Nominales de Agregado Grueso y Consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Concreto Sin Aire Incorporado								
En Pulgada.	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
1 " a 2 "	207	199	189	179	166	154	130	113
3 " a 4 "	228	216	205	193	181	169	145	124
6 " a 7 "	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto Con Aire Incorporado								
En Pulgada.	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
1 " a 2 "	181	175	168	160	150	142	122	107
3 " a 4 "	202	193	184	175	165	157	133	119
6 " a 7 "	216	205	197	185	174	166	154	-

Fuente: Borja, 2012.

En esta dosificación necesitaremos 205 litros de agua por metro cúbico de concreto (L/) tal como nos indica la **(tabla 24)**.

- d) En este procedimiento calcularemos la relación (a/c). para ello el promedio de la resistencia requerida es 294 kg/cm², por siguiente utilizaremos la **(tabla 25)**

$$f_{cm} = 294 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Tabla 25: Relación agua cemento por resistencia.

Resistencia a compresión a los 28 días kg/cm ²	Relación agua-material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	0.31
400	0.43	0.34
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.72

Fuente: Borja, 2012.

Interpolación se hizo de acuerdo a la **(tabla 25)**.

	f'c	a/c
Límite inferior	250	0.62
Valor	294	x
Límite superior	300	0.55

$$a/c = \mathbf{0.558}$$

- e) Cantidad de cemento

$$C = \frac{A}{a/c} = C = \frac{205}{0.558} = \mathbf{367.1 \text{ [kg]}}$$

- f) Factor cemento

$$C = \frac{367.1}{0.558} = \mathbf{8.64 \text{ Bolsas / m}^3}$$

g) En este procedimiento calcularemos el agregado grueso para 1 m³ de concreto. El volumen del agregado grueso se tomó de la (tabla 26) con respecto al tamaño máximo nominal del agregado grueso vs módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 26: Tamaño máximo nominal vs módulo de fineza.

TMN de la Grava	Volumen de Grava seca y compactada por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de finura de la arena			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72

Fuente: Borja, 2012.

De acuerdo de la (tabla 26) el valor de grava es 0.60 m³

Agregado grueso en kg

0.60 m³ x peso unitario compactado

Peso del agregado grueso= 0.60 m³ x 1700 kg/ m³ = **1040.45 kg**

$$\text{Peso Agregado grueso} = \frac{b}{b_0} \times \dots$$

h) Calcularemos el volumen absoluto, por la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\dots}{\dots \times 1000}$$

$$\dots = \frac{\dots}{\dots}$$

$$\dots \frac{a_i \dots (\%) }{100}$$

$$\dots \frac{\dots}{\dots}$$

Volumen del A. fino= $1\text{ m}^3 - (\text{V. cemento} + \text{v. agua} + \text{v. aire.} + \text{v. A. grueso})$.

V. del agregado fino= $1\text{ m}^3 - (0.11654 + 0.205 + 0.02 + 0.38540) = \mathbf{0.27306\text{ m}^3}$

Cálculo del peso del agregado fino. Se calculará con volumen del agregado fino.

Peso del A. fino= (V.A. fino x específico del A. fino.)

P. del agregado fino = $0.27306\text{ m}^3 \times 2.9 \times 1000 = \mathbf{791.874\text{ kg}}$

i) corrección por humedad y absorción.

Debido al contenido de agua y a la absorción propia de los agregados se debe determinar una proporción de agua que es mayor o menor a la calculada.

de los agregados: Se aplica tanto al agregado grueso como al agregado fino.

$$\text{Peso seco del A.} \times \left(\frac{\%}{100} + 1\right).$$

Peso del agua= 235.403 kg.

J) Pesos en húmedo de los agregados.

Peso del agregado fino= $791.874 \times (1 + (1.14/100)) = \mathbf{801.020\text{ kg}}$

Peso del agregado Grueso= $1040.45\text{ Kg} \times (1 + (0.4/100)) = \mathbf{1044.616\text{ kg}}$

En la **tabla 27** se observa la dosificación para 1 m^3 de concreto

Tabla 27: Tabla de resumen para 1 m^3 concreto.

Material	Por peso para (1 m^3)		Relación	Por volumen para 1 m^3	Para una bolsa de cemento	por volumen para 1 m^3
	Seco	Húmedo				
Agua	205.00	235.40	0.64	0.235	27.3	0.235
Cemento	367.12	367.12	1	0.117	42.5	0.117
Grava	1040.45	1044.62	2.85	0.385	120.9	0.387
Arena	791.99	801.02	2.18	0.273	92.7	0.276

Nota: Elaboración propia, 2020.

k) Dosificación de concreto patrón. Las proporciones se muestran en la (tabla 28).

Tabla 28: Dosificación de concreto con 0% de polipropileno.

Para un 1 m ³ de concreto patrón		
Material	Volumen (m ³)	peso (kg)
Agua	0.235	235.40
Cemento	0.117	367.12
Grava	0.387	1044.62
Arena	0.276	801.02
TOTAL	,-----	2448.16

Nota: Elaboración propia, 2020.

Dosificación de concreto con 20% de polipropileno de reemplazo del agregado fino.
Las proporciones se muestran en la tabla 28.

Polipropileno = V. del agregado fino x 20%

Polipropileno= 0.276 m³ x 0.20= **0.0552 m³**

Polipropileno en kg= 0.0552 m³ x peso específico del polipropileno.

Polipropileno en kg= 0.0555 m³ x 0.81 x 1000= **44.955kg**

Agregado fino= V. total del agregado fino – V. del polipropileno.

Agregado fino = 0.276 m³ - 0.055 m³ = 0.221 m³

Agregado fino en kg = V. del agregado fino x peso específico del A. fino

Agregado fino en kg= 0.221 m³ x 2.9 x 1000= **640.9 kg**

Tabla 29: Dosificación de concreto con 20% de polipropileno.

Para 1 m ³ de concreto con 20% de polipropileno		
Material	Volumen (m ³)	Peso(kg)
Agua	0.235	235.40
cemento	0.117	367.12
grava	0.387	1044.62
arena	0.221	640.816
polipropileno	0.055	44.75
Aditivo	,-----	3.67
TOTAL	,-----	2336.37

Nota: Elaboración propia, 2020.

Dosificación de concreto con 30% de polipropileno de reemplazo al agregado fino.
Las proporciones se muestran en la tabla 29.

Polipropileno = V. del agregado fino x 20%

Polipropileno= 0.276 m³ x 0.30= **0.0828 m³**

Polipropileno en kg= 0.0828 m³ x peso específico del polipropileno.

Polipropileno en kg= 0.0828 m³ x 0.81 x 1000= **67.068 kg**

Agregado fino= V. total del agregado fino – V. del polipropileno.

Agregado fino = 0.276 m³ - 0.0828 m³ = 0.1932 m³

Agregado fino en kg = V. del agregado fino x peso específico del A. fino

Agregado fino en kg= 0.1932 m³ x 2.9 x 1000= **560.28 kg.**

Tabla 30: Dosificación de concreto con 30% de polipropileno.

Para 1 m ³ de concreto con 30% de polipropileno		
Material	Volumen (m ³)	Peso(kg)
Agua	0.235	235.40
cemento	0.117	367.12
grava	0.387	1044.62
arena	0.193	560.714
polipropileno	0.083	67.12
Aditivo	,-----	3.67
TOTAL	,-----	2278.64

Nota: Elaboración propia, 2020.

Tercera etapa: ensayo en sus dos estados del concreto

Ensayo de consistencia del concreto

Para este ensayo se utilizó los siguientes materiales: Cono de Abrams; Una barra de hacer de 5/8" de diámetro y longitud aproximadamente 60 cm; cucharón; wincha; bandeja metálica.

Procedimientos

El molde se colocó encima de un área plana y húmeda. Posteriormente se llenó del volumen una cierta cantidad de concreto. Pues seguidamente se apisonan con acero con 25 golpes, distribuyendo monótonamente; De seguida se procedió con los mismos pasos para las siguientes capas que quedan; La 3ra capa se llenó en exceso para poder enrasar, seguidamente se levantó verticalmente con mucho cuidado; El concreto fresco se asentó, la diferencia del molde y la altura fresca; finalmente medí con wincha la diferencia de altura entre la mezcla asentado y la altura del cono. El resultado se observa en la siguiente imagen que se muestra.

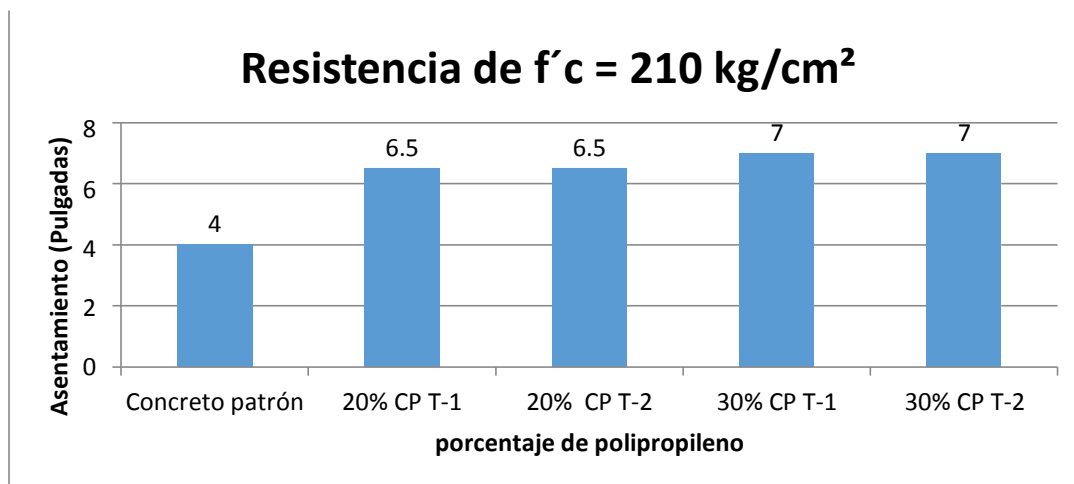
En este estudio buscamos conocer la influencia de los desechos de bolsas de plástico (PBW) en la viabilidad del concreto. Los resultados obtenidos del valor de asentamiento de diferentes composiciones de hormigón están dados por el histograma de la figura 10. De acuerdo con estos resultados, se observó que un mayor contenido de residuos aumenta la fluidez del concreto, en cuanto el tamaño del polipropileno no influye en la fluidez del concreto, que es favorable para los hormigones. Esta mejora se puede atribuir al hecho de que las partículas de plástico tienen una superficie exterior más lisa que la de la arena Batayneh et al. (2007). El plástico no puede absorber agua, por lo tanto, un exceso de agua mejora la trabajabilidad.

Tabla 31: Ensayo de slump.

Asentamiento (ASTM C-143)	
f'c = 210 kg/cm²	
Mezcla	Asentamiento(pulgadas)
Concreto patrón	4
20% CP T-1	6.5
20% CP T-2	6.5
30% CP T-1	7
30% CP T-2	7

Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 12: Ensayo de slump



Nota: Elaboración propia, 2020.

El ensayo de trabajabilidad se hizo siguiendo la norma ASTM C 143 / NTP 339.035. Como se muestra en la tabla 31 y en la figura 12, la trabajabilidad del concreto con

polipropileno mejora a mayor porcentaje de reemplazo, en cuanto el tamaño del polipropileno no influye en la trabajabilidad del concreto.

Ensayo del peso unitario del concreto

Materiales que utilizaremos: Una balanza; molde cilíndrico de metal; mazo de goma.

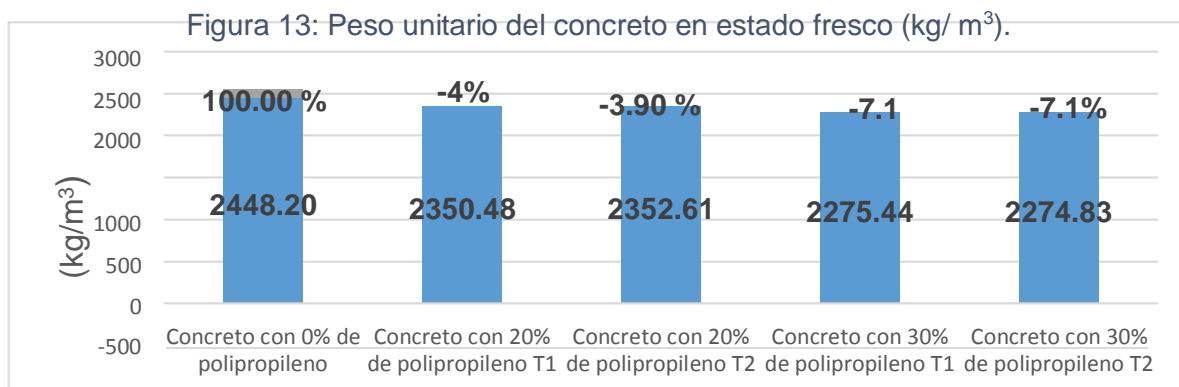
Procedimiento

En este proceso se realizó según la norma ASTM C-138/ NTP 339.046; se eligió el tamaño del molde en relación al tamaño máximo nominal; Se colocó la masa del concreto en el cilindro en 3 partes; en cada capa se ha compactado con varilla de acero que consta de 25 golpes; al terminar el llenado se compacto con 12 golpes para excluir las burbujitas de aire; seguidamente se calculó la masa del concreto neto y mediante el cual se determinó los resultados del peso unitario. Ver tabla 32.

Tabla 32: Ensayo de peso unitario y contenido de aire en estado fresco.

Concreto	Peso del concreto en estado fresco(kg/ m ³)	Peso en %	Contenido de aire(%)
sin polipropileno	2448.20	100 %	1.50 %
con 20% de polipropileno T1	2350.48	-3.99 %	2.00 %
con 20% de polipropileno T2	2352.61	-3.90 %	2.70 %
con 30% de polipropileno T1	2275.44	-7.06 %	2.40 %
con 30% de polipropileno T2	2274.83	-7.08 %	2.80 %

Nota: Elaboración propia, 2020.



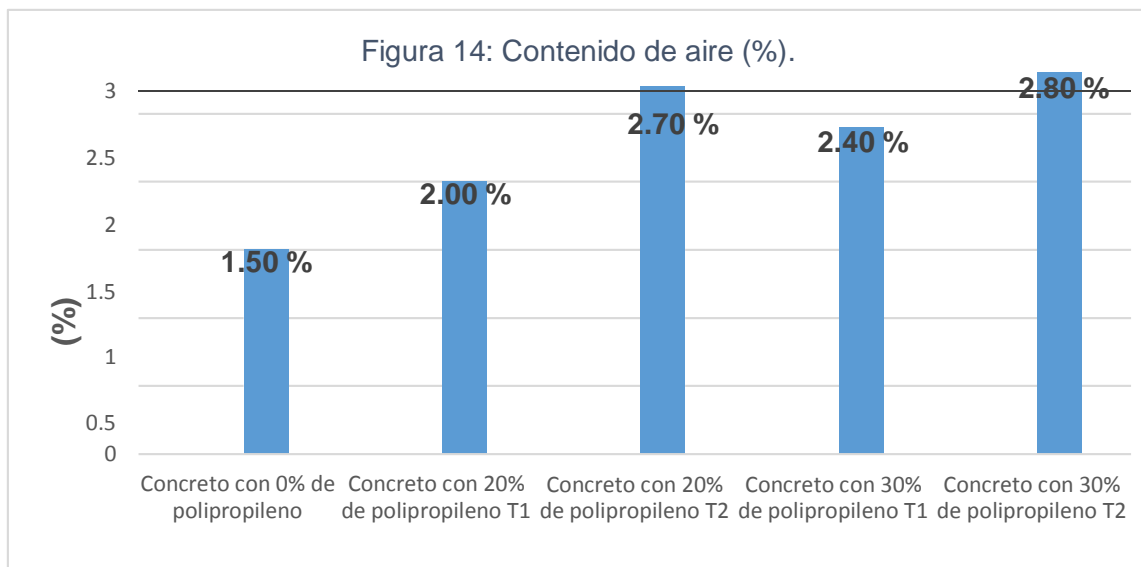
Nota: Elaboración Propia, 2020.

Tal como se muestra en la siguiente figura (12) y en la tabla 32 se aprecia los resultados, que a mayor porcentaje de reemplazo del agregado fino por

polipropileno el peso unitario del concreto disminuye, en cuanto el tamaño del polipropileno no influye en el peso unitario del concreto, tal como se puede apreciar en la figura.

Ensayo de Contenido de Aire del concreto fresco mediante el método por presión. (ASTM C231/ C231M - 17^a).

En este ensayo se realizó análisis del contenido de aire del concreto patrón y de concreto con polipropileno con diferentes porcentajes de reemplazo del agregado fino. Ver la figura 14.



Nota: Elaboración propia, 2020.

En la figura 14 se muestra los resultados. Como se puede apreciar en la imagen el concreto patrón contiene 1.5 % de aire, con 20% y tamaño 1 del polipropileno contiene 2% de aire, con 20% y tamaño 2 del polipropileno contiene 2.70% de aire, con 30% y tamaño 1 del polipropileno contiene 2.40% de aire y finalmente con 30% y tamaño 2 del polipropileno contiene 2.80% de aire. Se puede concluir que a mayor porcentaje y mayor tamaño de reemplazo del agregado fino con polipropileno asciende el contenido de aire.

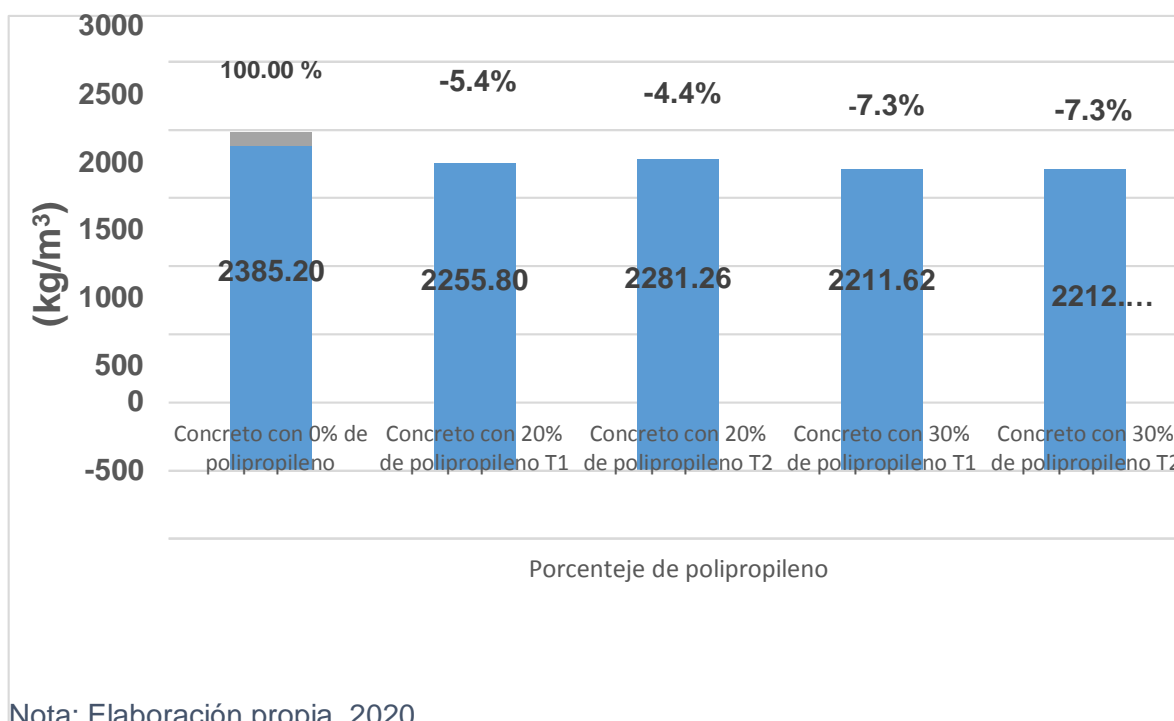
Ensayo del peso unitario del concreto en estado endurecido norma ASTM E 138/
NTP 399.046.

Tabla 33: Ensayo peso unitario del concreto en estado endurecido (kg/m³).

Concreto	Peso del concreto en estado endurecido(g)	Peso del concreto en estado endurecido(kg/ m ³)	Peso en %
Sin polipropileno	3746.67	2385.20	100.00 %
Concreto con 20% de polipropileno T1	3543.4	2255.80	-5.43 %
Concreto con 20% de polipropileno T2	3583.4	2281.26	-4.36 %
Concreto con 30% de polipropileno T1	3474	2211.62	-7.28 %
Concreto con 30% de polipropileno T2	3474.6	2212.00	-7.26 %

Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 15: Peso unitario del concreto en estado endurecido (kg/m³).



Nota: Elaboración propia, 2020.

El ensayo de peso unitario del concreto en estado endurecido se hizo siguiendo la norma ASTM E 138/ NTP 399.046. Los resultados se pueden apreciar en la tabla 33 y en la figura 15, que a mayor porcentaje de reemplazo del agregado fino por polipropileno disminuye el peso unitario del concreto.

Ensayo de resistencia a la compresión.

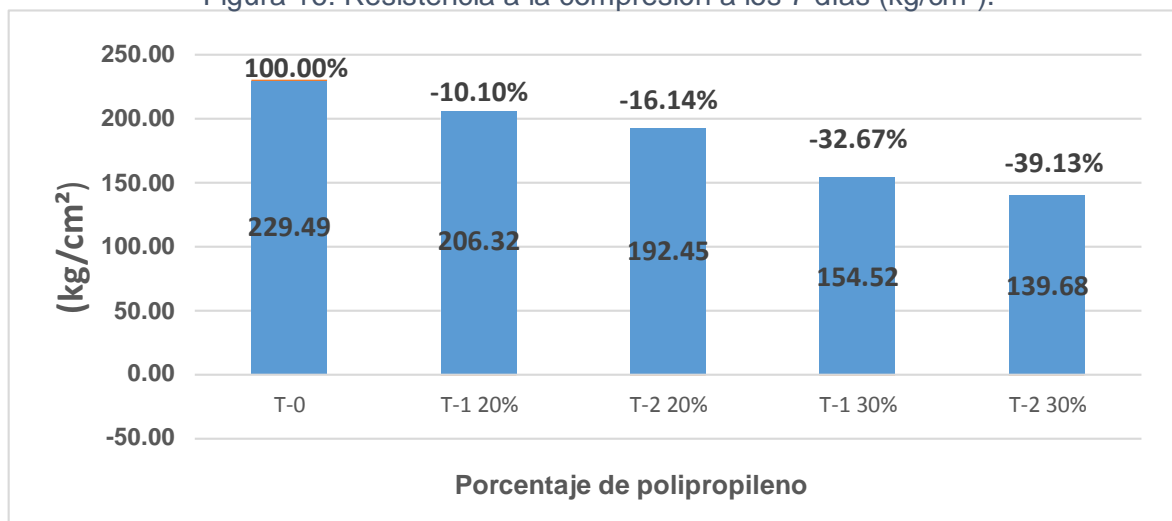
En el siguiente ensayo nos guiaremos de acuerdo a la norma (ASTM C-39). El ensayo de Resistencia a la compresión del concreto se muestra a los 7 días. del concreto patrón, concreto con 20% tamaño 1 y tamaño 2 del polipropileno y concreto con 30% tamaño 1 y tamaño 2 del polipropileno; Los resultados se muestran en la siguiente figura (16) y en la tabla 34.

Tabla 34: Ensayo de rotura de concreto a los 7 días de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Edad (días)	Concreto patrón	20% de polipropileno		30% de polipropileno	
	T-0	T-1 20%	T-2 20%	T-1 30%	T-2 30%
7	233.70	200.85	177.27	157.14	144.33
7	210.82	209.42	182.49	141.75	139.67
7	243.94	218.00	183.87	149.02	134.65
7	.....	204.81	211.68	147.39	136.73
7	.....	198.51	206.93	177.32	143.01
Promedio	229.49	206.32	192.45	154.52	139.68
Porcentaje	100%	-10.10%	-16.14%	-32.67%	-39.13%

Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 16: Resistencia a la compresión a los 7 días (kg/cm^2).



Nota: Elaboración propia, 2020.

Según la figura 16, para los 7 días en las proporciones de reemplazo de polipropileno por arena natural se observa una reducción en la resistencia con respecto al patrón para los porcentajes y Tamaños de 20 % tamaño 1 y tamaño 2; 30 % tamaño 1 y tamaño 2 de polipropileno reciclado en 10.10%, 16.14%, 32.67%

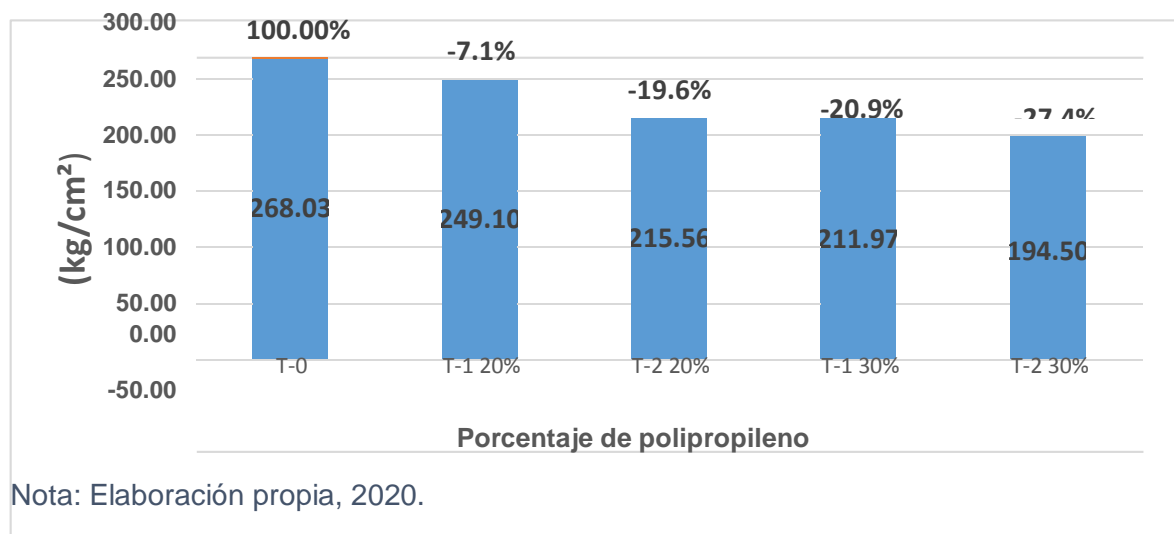
y 39.13% respectivamente, mostrándose una fuerte variación con respecto al diseño patrón. Como se puede apreciar en la figura 16 la resistencia a la compresión aumenta cuando el tamaño del polipropileno disminuye.

Tabla 35: Ensayo de rotura de concreto a los 28 días de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

210 kg/cm ²					
Edad (días)	Concreto patrón	20% polipropileno		30% de polipropileno	
-----	T-0	T-1 20%	T-2 20%	T-1 30%	T-2 30%
28	259.35	237.35	211.35	237.35	192.77
28	275.97	243.23	225.23	222.31	188.85
28	268.78	245.67	241.14	230.00	233.24
28	-----	232.98	218.70	199.66	203.41
28	-----	251.04	196.77	193.01	177.09
28	-----	253.73	208.19	203.49	183.66
28	-----	264.12	207.45	207.45	190.76
28	-----	261.38	228.92	196.49	196.20
28	-----	244.53	212.12	222.96	187.67
28	-----	257.00	205.69	207.02	191.29
Promedio	268.03	249.10	215.56	211.97	194.50
Porcentaje	100%	-7.1%	-19.58%	-20.92%	-27.44%

Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 17: Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm²).



Nota: Elaboración propia, 2020.

En la anterior tabla se muestra el ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, concreto patrón, concreto con 20% tamaño 1 y tamaño 2 del polipropileno y concreto con 30% tamaño 1 y tamaño 2 del polipropileno; Los resultados se muestran en la tabla 35 y en la figura 17.

Según la figura 17 y la tabla 35, en la resistencia a la compresión a los 28 días en las proporciones de reemplazo de polipropileno por arena natural se observa una reducción en la resistencia con respecto al patrón para los porcentajes y Tamaños de 20 % tamaño 1 y tamaño 2; 30 % tamaño 1 y tamaño 2 de polipropileno reciclado en 7.06%, 19.58%, 20.92% y 27.44% respectivamente, mostrándose una fuerte variación con respecto al diseño patrón. Como se puede apreciar en la figura 16 la resistencia a la compresión aumenta cuando el tamaño del polipropileno disminuye.

Ensayo de la durabilidad con respecto a ataque de sulfatos

En el siguiente ensayo nos guiaremos de acuerdo a la norma (NTC 3330). El ensayo de la durabilidad con respecto a ataque de sulfatos se realizó mediante el curado con 50 g de sulfatos por cada 900 ml de agua con inmersión de probetas a sulfatos a los 28 y 50 días, seguidamente se procedió con prueba de resistencia a la compresión y se compara los resultados con el concreto patrón.

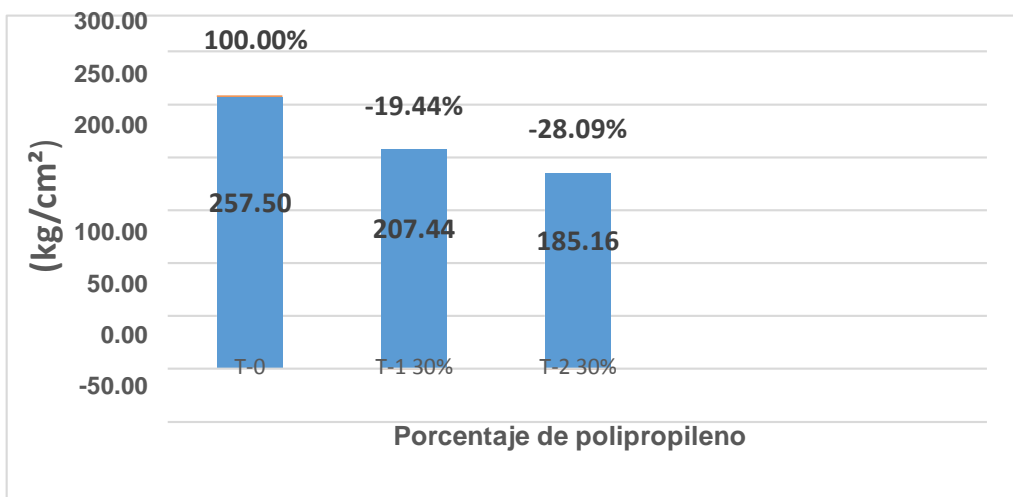
El ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos ensayado con resistencia a la compresión del concreto se muestra a los 28 días, del concreto patrón, concreto con 30% tamaño 1 y tamaño 2 del polipropileno; Los resultados se muestran en la siguiente figura (18) y en la tabla (36).

Tabla 36: Ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos a los 28 días (kg/cm²).

210 kg/cm ²			
Edad (días)	Concreto patrón	30% polipropileno	
.....	T-0	T-1 30%	T-2 30%
28	252.30	189.93	181.00
28	261.12	210.48	191.98
28	259.08	199.88	183.63
28	.....	213.08	190.13
28	.....	223.83	179.06
Promedio	257.50	207.44	185.16
Porcentaje	100%	-19.44%	-28.09%

Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 18: Ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos a los 28 días (kg/cm²).



Nota: Elaboración propia, 2020.

Según la figura 18 y la tabla 36, en el ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos a los 28 días en las proporciones de reemplazo de polipropileno por arena natural se observa una reducción en la resistencia con respecto al concreto patrón con 30 % tamaño 1 y tamaño 2 de polipropileno reciclado en 19.44% y 28.09% respectivamente, mostrándose una fuerte variación con respecto al diseño patrón.

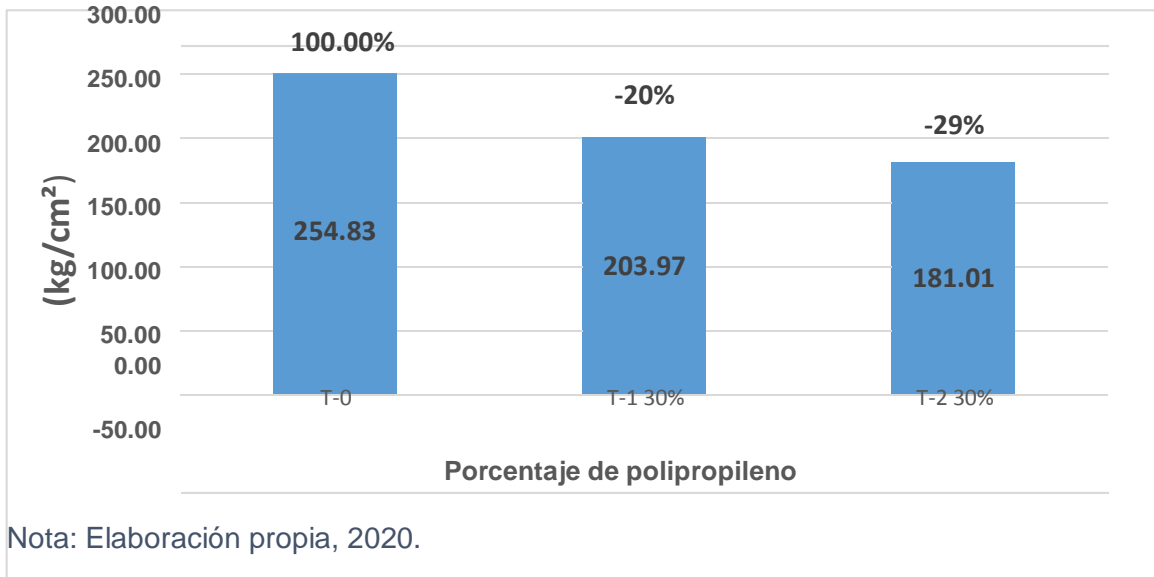
El ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos del concreto se muestra a los 42 días, del concreto patrón, concreto con 30% tamaño 1 y tamaño 2 del polipropileno. Los resultados se muestran en la siguiente figura (19) y en la tabla (37).

Tabla 37: Ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos a los 42 días (kg/cm²)

210.00 kg/cm ²			
Edad (días)	Concreto patrón T-0	T-1 30%	T-2 30%
42	258.66	197.76	228.93
42	256.21	193.89	184.80
42	249.62	200.86	179.48
42	.....	199.80	175.64
42	.....	203.76	167.90
42	.....	191.44	181.05
42	.....	216.73	179.03
42	.....	196.35	182.06
42	.....	216.47	163.19
42	.....	222.60	168.04
Promedio	254.83	203.97	181.01
Porcentaje	100%	-19.96%	-28.97%

Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 19: Ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos a los 42 días (kg/cm²).



Según la figura 19 y la tabla 37, en el ensayo de durabilidad con inmersión a sulfatos a los 28 días en las proporciones de reemplazo de polipropileno por arena natural se observa una reducción en la resistencia con respecto al concreto patrón con 30 % tamaño 1 y tamaño 2 de polipropileno reciclado en 19.96% y 28.97% respectivamente, mostrándose una fuerte variación con respecto al diseño patrón.

Como se puede apreciar en la figura 19 y en la tabla 37 que con el tamaño 1 de polipropileno disminuye en menor porcentaje la resistencia a la compresión.

Cuarta etapa: Análisis de datos.

Análisis de datos y conclusiones de los ensayos kg / cm²

Fracturas en los especímenes de concreto ensayados

Fracturas de concreto de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días .

Análisis estadístico e interpretación de los resultados

Análisis estadístico de la resistencia a compresión a los 7 días de rutura.

En la presente investigación se realizó el análisis de varianza (ANOVA) adquirido de los datos de la variable según de tipo del mezcla obtenidos de la resistencia a la compresión a los 7 días. Los resultados se presentan en la tabla 38.

Tabla 38: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión a los 7 días.

Resistencia								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
patrón 1	3	229.6667	16.92139	9.76957	187.6316	271.7017	211.00	244.00
20% T-1 de polipropileno	5	208.4000	7.05691	3.15595	199.6377	217.1623	199.00	218.00
20% T-2 de polipropileno	5	192.4000	15.91540	7.11758	172.6384	212.1616	177.00	212.00
30% T-1 de polipropileno	5	154.4000	13.74045	6.14492	137.3390	171.4610	142.00	177.00
30% T-2 de polipropileno	5	139.8000	3.83406	1.71464	135.0394	144.5606	135.00	144.00
Total	23	181.0435	34.46537	7.18653	166.1395	195.9474	135.00	244.00

Nota: Elaboración propia, 2020.

Con carácter estadístico del ANOVA ($0.01 < P < 0.05$); con alta significación estadística en el ANOVA ($P < 0.01$); gl (Grados de Libertad); F (F calculado).

Tabla 39: Medias de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.

ANOVA DE UN FACTOR					
Resistencia					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23533.890	4	5883.472	40.746	.000
Intra-grupos	2599.067	18	144.393	-----	-----
Total	26132.9570	22	-----	-----	-----

Nota: Elaboración propia, 2020.

En la tabla 39 se aprecia los intervalos de confianza a los 95% confiables, así como las medias para cada tipo de mezcla. Los límites de confiabilidad que se manifiestan representan el rango a los 95% de certeza serán adquiridas las resistencias de cada probeta de diferentes tipos de mezcla.

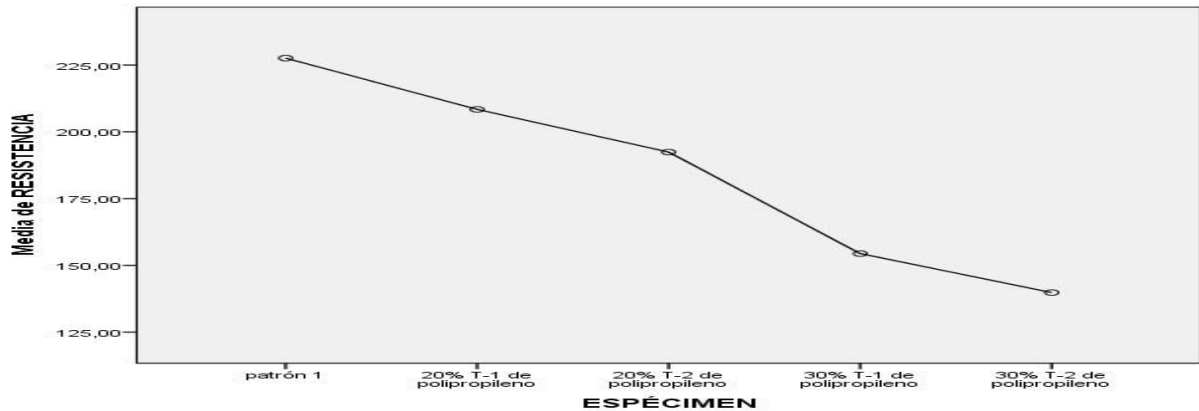
Tabla 40: Agrupación de información de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días usando el método Tukey y un factor de confianza del 95%.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente:						
HSD de Tukey						
(I) concreto		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
patrón 1	20% T-1 de polipropileno	21.26667	8.77550	.154	-5.2687	47.8020
	20% T-2 de polipropileno	37,26667*	8.77550	.004	10.7313	63.8020
	30% T-1 de polipropileno	75,26667 [†]	8.77550	.000	48.7313	101.8020
	30% T-2 de polipropileno	89,86667 [†]	8.77550	.000	63.3313	116.4020
20% T-1 de polipropileno	patrón 1	-21.26667	8.77550	.154	-47.8020	5.2687
	20% T-2 de polipropileno	16.00000	7.59981	.260	-6.9803	38.9803
	30% T-1 de polipropileno	54,00000*	7.59981	.000	31.0197	76.9803
	30% T-2 de polipropileno	68,60000*	7.59981	.000	45.6197	91.5803
20% T-2 de polipropileno	patrón 1	-37,26667*	8.77550	.004	-63.8020	-10.7313
	20% T-1 de polipropileno	-16.00000	7.59981	.260	-38.9803	6.9803
	30% T-1 de polipropileno	38,00000*	7.59981	.001	15.0197	60.9803
	30% T-2 de polipropileno	52,60000*	7.59981	.000	29.6197	75.5803
30% T-1 de polipropileno	patrón 1	-75,26667*	8.77550	.000	-101.8020	-48.7313
	20% T-1 de polipropileno	-54,00000*	7.59981	.000	-76.9803	-31.0197
	20% T-2 de polipropileno	-38,00000*	7.59981	.001	-60.9803	-15.0197
	30% T-2 de polipropileno	14.60000	7.59981	.342	-8.3803	37.5803
30% T-2 de polipropileno	patrón 1	-89,86667*	8.77550	.000	-116.4020	-63.3313
	20% T-1 de polipropileno	-68,60000*	7.59981	.000	-91.5803	-45.6197
	20% T-2 de polipropileno	-52,60000*	7.59981	.000	-75.5803	-29.6197
	30% T-1 de polipropileno	-14.60000	7.59981	.342	-37.5803	8.3803

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 20: Media de Resistencia por cada diseño de mezcla a los 7 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Tabla 41: Medias en subconjuntos homogéneos para la resistencia a los 7 días.

Resistencia				
HSD de Tukey ^a				
concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
30% T-2 de polipropileno	5	139.8000	-----	-----
30% T-1 de polipropileno	5	154.4000		-----
20% T-2 de polipropileno	5	-----	192.4000	-----
20% T-1 de polipropileno	5	-----	208.4000	208.4000
patrón 1	3	-----	-----	229.6667
Sig.	-----	.326	.245	.117

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.412

Nota: Elaboración propia, 2020.

El resultado del análisis de varianza (ANOVA) nos manifiesta en las proporciones teniendo resultados de alta variación estadística, lo que nos indica la diferencia estadística entre las medias de la resistencia a la compresión a los 7 días tuvo una importancia diferencia de acuerdo cada probeta con diferentes proporciones. Según la categoría múltiple de Tukey obtenidos de la resistencia a la compresión a los 7 días con 5 tipos de mezcla son estadísticamente diferentes entre sí. Según la tabla 41 la proporción que demostró mayor preeminencia estadística en función de la resistencia a la compresión fue el concreto patrón, seguidamente concreto con 20% T-1 de polipropileno, luego el concreto con 20% T-2 de polipropileno, continuando por el concreto con 30% T-1 de polipropileno y finalmente el concreto con 30% T-2 de polipropileno.

Análisis estadístico de la resistencia a compresión a los 28 días de rutura.

En la presente investigación se realizó el análisis de varianza(ANOVA) adquirido de los datos de la variable según del tipo de mezcla obtenidos de la resistencia a la compresión a los 28 días. Los resultados se presentan en la tabla 42.

Tabla 42: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión a los 28 días.

Resistencia								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
patrón 1	3	268.0000	8.54400	4.93288	246.7755	289.2245	259.00	276.00
20% T-1 de polipropileno	10	249.1000	10.12642	3.20226	241.8560	256.3440	233.00	264.00
20% T-2 de polipropileno	10	215.5000	13.03201	4.12108	206.1775	224.8225	197.00	241.00
30% T-1 de polipropileno	10	211.8000	15.13495	4.78609	200.9731	222.6269	193.00	237.00
30% T-2 de polipropileno	10	194.5000	15.17491	4.79873	183.6445	205.3555	177.00	233.00
Total	43	221.2326	26.46816	4.03636	213.0869	229.3783	177.00	276.00

Nota: Elaboración propia, 2020.

Con carácter estadístico del ANOVA ($0.01 < P < 0.05$); con alta significación estadística en el ANOVA ($P < 0.01$); gl (Grados de Libertad); F (F calculado).

H0: $\mu_1 = \mu_2 \dots = \mu_k = \mu$.

Hi: $\mu_i \neq 0$

H0: Patrón = 20% T1 = 20%T2 = 30%T1 = 30% T2.

Hi: Al menos una media es distinto a los demas grupos.

Tabla 43: Medias de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.

ANOVA DE UN FACTOR					
Resistencia					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	22692.174	4	5673.044	32.025	.000
Intra-grupos	6731.500	38	177.145	-----	-----
Total	29423.674	42	-----	-----	-----

Nota: Elaboración propia, 2020.

En la tabla 43 se aprecia los intervalos de confianza a los 95% confiables, así como las medias para cada tipo de mezcla. Tal como se muestra en tabla, el nivel de

significancia es menor al 5%, por ende, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. Seguidamente se hace comparación entre grupos.

Tabla 44: Agrupación de información de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días usando el método Tukey y un factor de confianza del 95%.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente:						
HSD de Tukey						
(I) concreto		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
patrón 1	20% T-1 de polipropileno	18.90000	8.76143	.218	-6.1845	43.9845
	20% T-2 de polipropileno	52,50000*	8.76143	.000	27.4155	77.5845
	30% T-1 de polipropileno	56,20000*	8.76143	.000	31.1155	81.2845
	30% T-2 de polipropileno	73,50000*	8.76143	.000	48.4155	98.5845
20% T-1 de polipropileno	patrón 1	-18.90000	8.76143	.218	-43.9845	6.1845
	20% T-2 de polipropileno	33,60000	5.95222	.000	16.5584	50.6416
	30% T-1 de polipropileno	37,30000	5.95222	.000	20.2584	54.3416
	30% T-2 de polipropileno	54,60000	5.95222	.000	37.5584	71.6416
20% T-2 de polipropileno	patrón 1	-52,50000*	8.76143	.000	-77.5845	-27.4155
	20% T-1 de polipropileno	-33,60000*	5.95222	.000	-50.6416	-16.5584
	30% T-1 de polipropileno	3.70000	5.95222	.971	-13.3416	20.7416
	30% T-2 de polipropileno	21,00000*	5.95222	.009	3.9584	38.0416
30% T-1 de polipropileno	patrón 1	-56,20000*	8.76143	.000	-81.2845	-31.1155
	20% T-1 de polipropileno	-37,30000*	5.95222	.000	-54.3416	-20.2584
	20% T-2 de polipropileno	-3.70000	5.95222	.971	-20.7416	13.3416
	30% T-2 de polipropileno	17,30000	5.95222	.045	.2584	34.3416
30% T-2 de polipropileno	patrón 1	-73,50000*	8.76143	.000	-98.5845	-48.4155
	20% T-1 de polipropileno	-54,60000*	5.95222	.000	-71.6416	-37.5584
	20% T-2 de polipropileno	-21,00000*	5.95222	.009	-38.0416	-3.9584
	30% T-1 de polipropileno	-17,30000*	5.95222	.045	-34.3416	-.2584

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Nota: Elaboración propia, 2020.

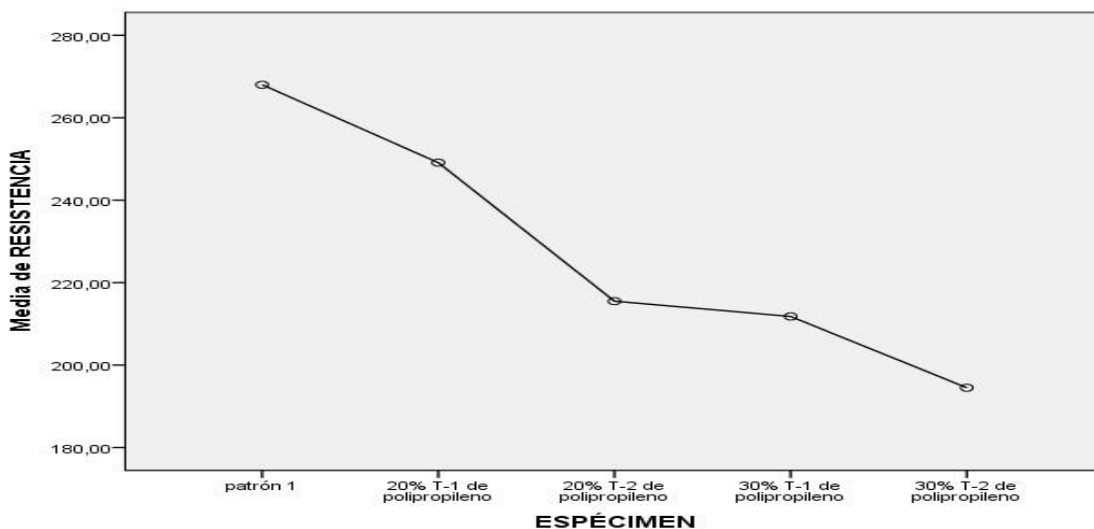
Tabla 45: Medias en subconjuntos homogéneos para la resistencia a los 28 días.

Resistencia					
HSD de Tukey ^a					
concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
30% T-2 de polipropileno	10	194.5000	-----	-----	-----
30% T-1 de polipropileno	10	-----	211.8000	-----	-----
20% T-2 de polipropileno	10	-----	215.5000	-----	-----
20% T-1 de polipropileno	10	-----	-----	249.1000	-----
patrón 1	3	-----	-----	-----	268.0000
Sig.		1.000	.986	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 6.818.

Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 21: Media de Resistencia por cada diseño de mezcla a los 28 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

El resultado del análisis de varianza (ANOVA) nos manifiesta que las contrastes en las proporciones teniendo resultados de alta variación estadística, lo que nos indica la diferencia estadística entre las medias de la resistencia a la compresión a los 28 días tuvo una importancia diferencia de acuerdo a cada probeta con diferentes proporciones. Según la categoría múltiple de Tukey obtenidos de la resistencia a la compresión a los 28 días con 5 tipos de mezcla son estadísticamente diferentes entre sí. Según la tabla 45 la proporción que desmóstró mayor preeminencia estadística en función de la resistencia a la compresión fue el concreto patrón,

seguidamente concreto con 20% T-1 de polipropileno, luego el concreto con 20% T-2 de polipropileno, continuando por el concreto con 30% T-1 de polipropileno y finalmente el concreto con 30% T-2 de polipropileno.

Análisis estadístico de la resistencia a compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días de rutura.

En la presente investigación se realizó el análisis de varianza(ANOVA) adquirido de los datos de la variable según del tipo de mezcla obtenidos de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días. Los resultados se presentan en la tabla 46.

Tabla 46: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días.

Resistencia con inmersión a sulfatos								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
patrón 1	3	257.3333	4.72582	2.72845	245.5938	269.0729	252.00	261.00
30% T-1 de polipropileno	5	211.8000	13.53514	6.05310	194.9939	228.6061	190.00	224.00
30% T-2 de polipropileno	5	183.2000	4.20714	1.88149	177.9761	188.4239	179.00	190.00
Total	13	211.3077	30.48875	8.45606	192.8835	229.7319	179.00	261.00

Nota: Elaboración propia, 2020.

Con carácter estadístico del ANOVA ($0.01 < P < 0.05$); con alta significación estadística en el ANOVA ($P < 0.01$); gl (Grados de Libertad); F (F calculado).

Tabla 47: Medias de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días

ANOVA DE UN FACTOR					
Resistencia con inmersión a sulfatos					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	10306.503	2	5153.251	60.750	.000
Intra-grupos	848.267	10	84.827	-----	-----
Total	11154.769	12	-----	-----	-----

Nota: Elaboración propia, 2020.

En la tabla 47 se aprecia los intervalos de confianza a los 95% confiables, así como las medias para cada tipo de mezcla. Los límites de confiabilidad que se manifiestan representan el rango a los 95% de certeza serán adquiridas las resistencias de cada probeta de diferentes tipos de mezcla.

Tabla 48: Agrupación de información de la resistencia a compresión con inmersión de sulfatos a los 28 días usando el método Tukey y un factor de confianza del 95%.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente:						
HSD de Tukey						
(I) concreto		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
patrón 1	30% T-1 de polipropileno	45.53333*	6.72613	.000	27.0950	63.9717
	30% T-2 de polipropileno	74.13333*	6.72613	.000	55.6950	92.5717
30% T-1 de polipropileno	patrón 1	-45.53333*	6.72613	.000	-63.9717	-27.0950
	30% T-2 de polipropileno	28.60000*	5.82500	.002	12.6319	44.5681
30% T-2 de polipropileno	patrón 1	-74.13333*	6.72613	.000	-92.5717	-55.6950
	30% T-1 de polipropileno	-28.60000*	5.82500	.002	-44.5681	-12.6319

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Nota: Elaboración propia, 2020.

Tabla 49: Medias en subconjuntos homogéneos para la resistencia a los 28 días.

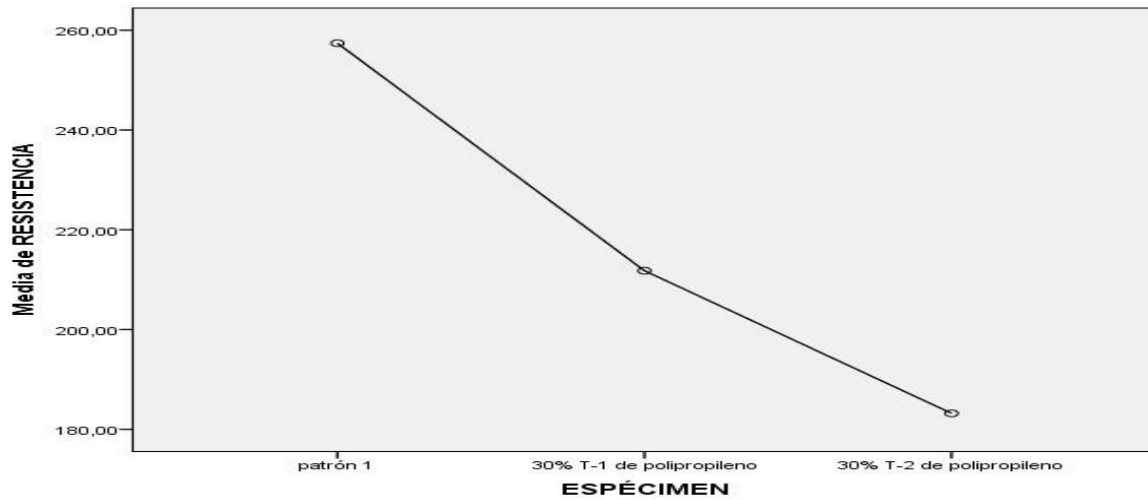
Resistencia con inmersión a sulfatos				
HSD de Tukey ^a				
concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
30% T-2 de polipropileno	5	183.2000	-----	-----
30% T-1 de polipropileno	5	-----	211.800	-----
patrón 1	3	-----	-----	257.3333
Sig.	-----	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.091.

Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 22: Media de Resistencia con inmersión a sulfatos por cada diseño a los 28 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

El resultado del análisis de varianza (ANOVA) nos manifiesta que las contrastes en las proporciones teniendo resultados de alta variación estadística, lo que nos indica la diferencia estadística entre las medias de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días tuvo una importancia diferencia de acuerdo a cada probeta con diferentes proporciones. Según la categoría múltiple de Tukey obtenidos de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días con 3 tipos de mezcla son estadísticamente diferentes entre sí. Según la tabla 49 la proporción que demostró mayor preeminencia estadística en función de la resistencia a la compresión fue el concreto patrón, seguidamente concreto con 30% T-1 de polipropileno y finalmente el concreto con 30% T-2 de polipropileno.

Análisis estadístico de la resistencia a compresión con inmersión a sulfatos a los 42 días de rutura.

En la presente investigación se realizó el análisis de varianza(ANOVA) adquirido de los datos de la variable según del tipo de mezcla obtenidos de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 42 días. Los resultados se presentan en la tabla 50.

Tabla 50: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 42 días.

Resistencia con inmersión a sulfatos								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
patrón 1	3	255.0000	4.58258	2.64575	243.6163	266.3837	250.00	259.00
30% T-1 de polipropileno	10	204.0000	10.89342	3.44480	196.2073	211.7927	191.00	223.00
30% T-2 de polipropileno	10	181.0000	18.30604	5.78888	167.9046	194.0954	163.00	229.00
Total	23	200.6522	27.76625	5.78966	188.6451	212.6592	163.00	259.00

Nota: Elaboración propia, 2020.

Con carácter estadístico del ANOVA ($0.01 < P < 0.05$); con alta significación estadística en el ANOVA ($P < 0.01$); gl (Grados de Libertad); F (F calculado).

H0: $\mu_1 = \mu_2 \dots = \mu_k = \mu$.

Hi: $\mu_i \neq 0$

H0: Patrón = 30%T1 = 30% T2.

Hi: Al menos una media es distinto a los demas grupos.

Tabla 51: Médias de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 42 días

ANOVA DE UN FACTOR					
Resistencia con inmersión a sulfatos					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	28686.667	2	6417.609	31.108	.000
Intra-grupos	4210.000	20	206.300	-----	-----
Total	32896.667	22	-----	-----	-----

Nota: Elaboración propia, 2020.

En la tabla 51 se aprecia los intervalos de confianza a los 95% confiables, así como las medias para cada tipo de mezcla. Los límites de confiabilidad que se manifiestan

representan el rango a los 95% de certeza serán adquiridas las resistencias de cada probeta de diferentes tipos de mezcla. Tal como se aprecia en el anterior tabla nuestra nivel de significancia es menor al 5% y esto nos indica que hay diferencia entre media, por tal motivo, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

Tabla 52: Agrupación de información de la resistencia a compresión con inmersión de sulfatos a los 42 días usando el método Tukey.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente:						
HSD de Tukey						
(I) concreto		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
patrón 1	30% T-1 de polipropileno	51,00000*	9.45498	.000	27.0791	74.9209
	30% T-2 de polipropileno	74,00000*	9.45498	.000	50.0791	97.9209
30% T-1 de polipropileno	patrón 1	-51,00000*	9.45498	.000	-74.9209	-27.0791
	30% T-2 de polipropileno	23,00000*	6.42339	.005	6.7489	39.2511
30% T-2 de polipropileno	patrón 1	-74,00000*	9.45498	.000	-97.9209	-50.0791
	30% T-1 de polipropileno	-23,00000*	6.42339	.005	-39.2511	-6.7489

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Nota: Elaboración propia, 2020.

Tabla 53: Medias en subconjuntos homogéneos para la resistencia a los 42 días.

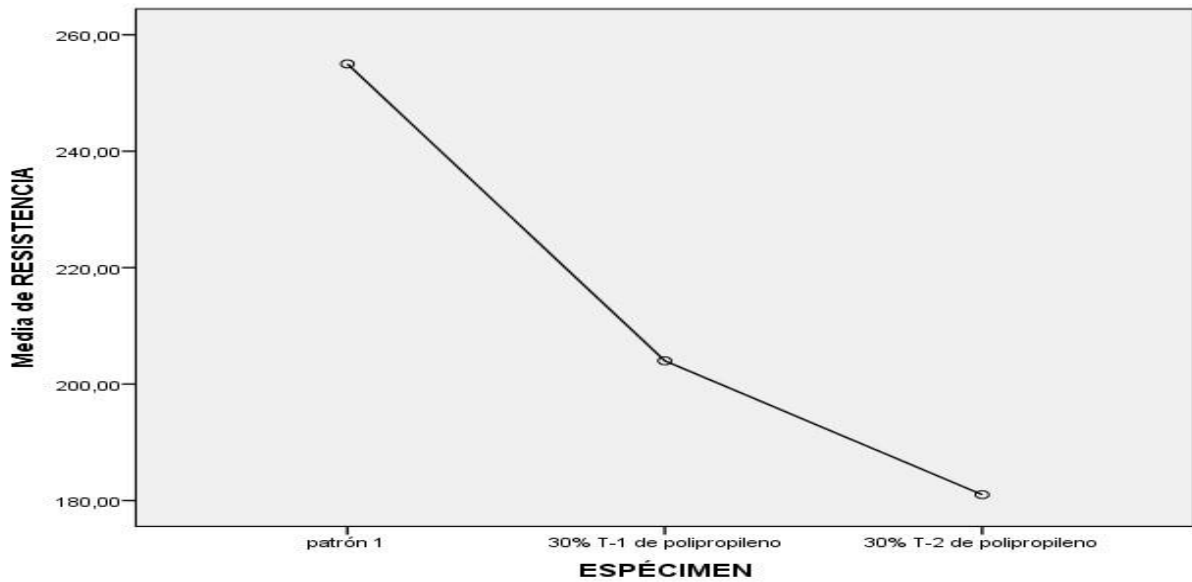
Resistencia con inmersión a sulfatos				
HSD de Tukey ^a				
concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
30% T-2 de polipropileno	10	181.0000	-----	-----
30% T-1 de polipropileno	10	-----	204.0000	-----
patrón 1	3	-----	-----	255.0000
Sig.	-----	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5.625

Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 23: Media de Resistencia con inmersión a sulfatos por cada diseño a los 42 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

El resultado del análisis de varianza (ANOVA) nos manifiesta que las contrastes en las proporciones teniendo resultados de alta variación estadística, lo que nos indica la diferencia estadística entre las medias de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 42 días tuvo una importancia diferencia de acuerdo a cada probeta con diferentes proporciones. Según la categoría múltiple de Tukey obtenidos de la resistencia a la compresión con inmersión a sulfatos a los 42 días con 3 tipos de mezcla son estadísticamente diferentes entre sí. Según la tabla 53 la proporción que demostró mayor preeminencia estadística en función de la resistencia a la compresión fue el concreto patrón, seguidamente concreto con 30% T-1 de polipropileno y finalmente el concreto con 30% T-2 de polipropileno.

V DISCUSIÓN

Esta investigación titulada “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición del polipropileno con diferentes tamaños – Lima, 2020” tuvo como hipótesis general que: El tamaño del polipropileno con el reemplazo del 20 y 30% de la arena, mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Tomando como análisis de la evaluación del agregado fino de polipropileno con 20% y 30% en dos tamaños distintos. Tamaño 1 está constituido por las partículas retenidas en la malla nº 16 y tamaño 2 está constituido por las partículas retenidas en la malla nº 8, pues, se analizó en la mezcla de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Obtenido los resultados de los ensayos a los 28 días con 43 probetas. En la tabla 35 nos da como resultado en el concreto patrón de 268.03 kg/cm^2 ; concreto con 20% y tamaño 1 del polipropileno alcanzó a la resistencia 249.10 kg/cm^2 con una reducción resistencia de 7.06% con respecto al concreto patrón; concreto con 20% y tamaño 2 del polipropileno alcanzó a la resistencia de 215.56 kg/cm^2 con una reducción resistencia de 19.58% con respecto al concreto patrón; concreto con 30% y tamaño 1 del polipropileno alcanzó a la resistencia de 211.97 kg/cm^2 con una reducción resistencia de 20.92% con respecto al concreto patrón y concreto con 30% y tamaño 2 del polipropileno alcanzó a la resistencia de 194.50 kg/cm^2 con una reducción resistencia de 27.44% con respecto al concreto patrón. Con respecto a la durabilidad del concreto con inmersión a sulfatos este ensayo se hizo con 30% de reemplazo del agregado fino por polipropileno con 2 tamaños distintos. Tamaño 1 está constituido por las partículas retenidas en la malla nº 16 y tamaño 2 está constituido por las partículas retenidas en la malla nº 8, pues, se analizó en la mezcla de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Obtenido los resultados de los ensayos a los 28 días con 13 probetas. En la tabla 36 nos da como resultado en el concreto patrón de 257.50 kg/cm^2 ; concreto con 30% y tamaño 1 del polipropileno alcanzó a la resistencia 207.44 kg/cm^2 con una reducción resistencia de 19.44% con respecto al concreto patrón y concreto con 30% y tamaño 2 del polipropileno alcanzó a la resistencia 185.16 kg/cm^2 con una reducción resistencia de 28.09% con respecto al concreto patrón. Seguidamente se muestran los resultados en la tabla 37 de los ensayos a 42 días de curado en sulfatos, se hizo 23 probetas. En la tabla 37 nos da

como resultado en el concreto patrón de 254.83 kg/cm²; concreto con 30% y tamaño 1 del polipropileno alcanzó a la resistencia 203.97 kg/cm² con una reducción resistencia de 19.96% con respecto al concreto patrón y concreto con 30% y tamaño 2 del polipropileno alcanzó a la resistencia 181.01 kg/cm² con una reducción resistencia de 28.97% con respecto al concreto patrón.

En el estudio presentado por Mendoza (2018) donde el estudio tuvo el fin estudiar la influencia del agregado fino de polipropileno reciclado en el f'c del concreto 210 kg/cm² y f'c = 280 kg/cm². En estudio se llegó a la conclusión de que con respecto al concreto patrón de f'c = 210 kg/cm² disminuye en 14.86%, 26.31% y 27.58% a los 28 días con el reemplazo de 10%, 20% y 30% de polipropileno reciclado, en cuanto en concreto f'c = 280 kg/cm² se concluyó que el f'c del concreto disminuye en 3.94%, 11.69% y 13.41% a los 28 días con el reemplazo de 10%, 20% y 30% de polipropileno reciclado. Analizando la disminución en porcentajes se puede observar que a mayor reemplazo de polipropileno reciclado la resistencia ya no varía mucho, por ende, en un concreto no estructural podríamos reemplazar en mayor cantidad el agregado fino. El estudio realizado por (ÁVILA, y otros 2015) Este estudio se realizó en México en la universidad Autónoma, facultad de química, en esta investigación se sustituyó el agregado fino con pet en un porcentaje de 1, 2.5 y 5 % utilizando diferentes tamaños de pet (0.5, 1 y 3 mm). En el cual llegan a la conclusión que la resistencia a la compresión disminuye cuando aumenta el tamaño de pet del concreto irradiado, particularmente al agregar el 1% y 2.5%. Con el tamaño de 3 mm la resistencia a la compresión fue 38% menor que las resistencias obtenidas para concreto con 0.5 mm. Podemos decir que cuando el tamaño de pet baja, incrementa la resistencia a la compresión. Esto quiere decir que este dicho plástico, nos da una disposición de reúso al material plástico reciclado en el concreto.

VI CONCLUSIÓN.

CG: En la presente investigación concluimos que el tamaño del polipropileno si afecta en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. En la trabajabilidad se obtuvo los siguientes resultados: con 20% T1 = 6.5" , con 20% T2 =6.5", con 30% T1 = 7" y con 30% T2 = 7"; en cuanto el peso unitario reduce en 5.4%, 4.4%, 7.3% y 7.3% con 20% T1; 20 T2, 30% T1 Y 30% T2 al respecto del concreto patrón; en cuanto el contenido de aire se obtuvo los siguientes resultados : El contenido de aire del concreto patrón, con 20% T1, con 20% T2, con 30%T1 y con 30% T2 se obtuvo de 1.5%, 2%, 2.7%, 2.4% y 2.8 %.

CE1: Con el diseño de 210 kg/cm^2 a los 28 días con 20% Tamaño 1 y tamaño 2 del polipropileno disminuye la resistencia a la compresión en 7.1% y 19.6% con respecto al concreto patrón. Con 30% Tamaño 1 y tamaño 2 del polipropileno la resistencia a la compresión disminuye en 20.9% y 27.4% con respecto al concreto patrón.

CE2: Con el diseño de 210 kg/cm^2 con inmersión a sulfatos de magnesio durante los 42 días con 30% y tamaño 1 del polipropileno disminuye la resistencia a la compresión en 20% con respecto al concreto patrón. Mientras con 30% tamaño 2 del polipropileno disminuye la resistencia a la compresión en 29% con respecto al concreto patrón.

VII RECOMENDACIONES.

- Se recomienda a los futuros investigadores de realizar los estudios para obtener la resistencia a la flexión del concreto de $f'c$ 210 kg/ cm² con el material polipropileno reciclado.
- Se recomienda a los futuros investigadores de realizar el estudio con la adición del material polipropileno reciclado en el concreto adicionando otro tipo de materiales que puedan ayudar en la adherencia que sufre este material.
- Se recomienda realizar estudios del material polipropileno reciclado con menores porcentajes de reemplazo al agregado fino, empleando de menor tamaño del polipropileno (1.18 – 2.36 mm) ya que en la presente investigación el material polipropileno de menor tamaño ha sido en reducir su resistencia a la compresión en menor porcentaje.
- Se recomienda de realizar estudios en morteros con el material polipropileno reciclado y sus posibles usos en lugares donde no se cuenten con agregados disponibles como es el caso de zonas alejadas.
- Se recomienda a los futuros investigadores de analizar la durabilidad del concreto con el material polipropileno reciclado con mayor prolongación de tiempo, que en esta investigación no se pudo analizar con mayor prolongación de tiempo debido por la corta duración que involucro el desarrollo de la presente investigación.

VII REFERENCIAS

- ABANTO, flavio. 2009.** *Tecnología de Concreto*. Lima : San Marcos E.I.R.L., 2009. 978-612-302-060-6.
- ABANTO, Flavio. 2009.** *TECNOLOGÍA DEL CONCRETO*. Lima : San Marcos E.I.R.L. , 2009. 9786123020606.
- ACEVEDO, ana beatriz y POSADA, juan esteban. 2019.** *Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto*. Colombia : Revista Ingenierías Universidad De Medellín, 2019. Vol. 18. <https://doi.org/10.22395/rium.v18n34a3>.
- AGRIRRE, ana maria y MEJIA, ruby. 2018.** Assessment of corrosion protection methods for reinforced concrete. [aut. libro] fernando PACHECO, y otros. *Eco-efficient Repair and Rehabilitation of Concrete Infrastructures*. Colombia : ScienceDirect, 2018.
- ARIAS, Fidias. 2012.** *Proyecto de Investigación: introducción a la metodología científica*. Venezuela : EPISTEME, C.A., 2012. 980-07-8529-9.
- AVILA, liliana ivette, y otros. 2015.** Pet de Desecho y Uso en Concreto. [aut. libro] gonzalo MARTINEZ, y otros. *Materiales Sustentables y Reciclados en la Construcción*. Barcelona, España : Omniascience, 2015.
- BELL, john. 2012.** Resuelva siete problemas comunes en peletizado. *Plastics Technology*. [En línea] Reduction Engineering Scheer, 27 de Agosto de 2012. <https://www.pt-mexico.com/art%C3%ADculos/resuelva-siete-problemas-comunes-en-peletizado>.
- BORJA, manuel. 2012.** *Metodologia de la Investigacion Cientifica*. Chiclayo : para ingenieros, 2012.
- BORRAS, carla. 2018.** El impacto medioambiental de las bolsas de plástico es enorme. *Ecologia verde*. [En línea] Ecologia, 02 de Mayo de 2018.
- CONSTRUCTOR CIVIL. 2011.** Resistencia al Intemperismo. *Tips para la construcción de Edificaciones, Casas Materiales y Equipos de Construcción*. [En línea] 15 de Enero de 2011. <https://www.elconstructorcivil.com/2011/01/concreto-resistencia-al-intemperismo.html>.
- DOMINGUEZ, julio benjamin. 2015.** *MANUAL DE METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA* . Chimbote : Universidad Catoólica los Ángeles Chimbote, 2015. 978-612-4308-01-7.
- FARIAS, manuel alejandro. 2019.** *Influencia del porcentaje de polietileno tereftalato en las propiedades físicas Y mecánicas del Bloque de Concreto, 2018*. Facultad de Ingeniería, Universidad César Vallejo. Chimbote : s.n., 2019. Tesis para Obtar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. 2014. *Metodología de la investigación.* México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-1-4562-2396-0.

FLATT, robert. 2015. *cement and concrete research.* China : elsevier, 2015.

GARCIA, SERGIO. 2009. *REFERENCIAS HISTÓRICAS Y EVOLUCIÓN DE LOS PLÁSTICOS.* España : Revista Iberoamericana de polímeros garcía, 2009. Vol. 10.

HERNANDEZ, roberto, FERNANDEZ, carlos y BAPTISTA, maria del pilar. 2014. *Metodología de la investigación.* México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-1-4562-2396-0.

LECTOR, michael anthony y VILLARREAL, edson jesus. 2017. *Utilización de Materiales Plásticos de Reciclaje Como Adición en la Elaboración de Concreto en la Ciudad de Nuevo Chimbote.* Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Santa. Nuevo Chimbote : s.n., 2017. Tesis Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

MAHI, abdellcader, SENHADJI, yassine y PEKMEZCI, bekir yilmaz. 2020. *Construction and Building Materials.* Argella : Elsevier, 2020. 0950-0618.

MENDOZA, alfonso manuel. 2018. *Influencia del agregado fino de polipropileno reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, Lima 201.* Facultad de ingeniería civil, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2018. tesis para optar el título profesional.

MONJE, Carlos. 2011. *Monje Alvarez, Carlos Arturo. 2011.. Metodología de la investigación cualitativa y cuantitativa.* Neiva : <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>, 2011.

PAVLIK, Z, PAVLIKOVA, M y ZALESKA, M. 2019. Properties of concrete with plastic polypropylene aggregates. [aut. libro Fernando PACHECO, y otros. *Uso de plásticos reciclados en concreto ecoeficiente.* s.l. : Elsevier Ltd, 2019.

PINEDO, jean richard. 2018. *Estudio de resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclado (PET) en la ciudad de Tarapoto, 2018.* Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto. Tarapoto : s.n., 2018. Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. 2009. *Norma E.060.* Lima : Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2009-07742, 2009. 978-9972-9433-4-8.

RENDON, nalia, KORODY, maria eugenia y ALESMAR, luis. 2008. *diseño de mezcla de tereftalato de polietileno(PET)-cemento.* Venezuela : Revista de la facultad de ingeniería de la U.C.V., 2008.

REYES, ingrid milagritos. 2018. *Diseño de un concreto con Fibras de Polietileno de Tereftalato (pet) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta-Ate-Lima Este (2018).* Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2018. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

SALAS, alvaro y FERNANDEZ, alexis. 2002. *Evaluación y revisión de las proporciones recomendadas para mezclas de concreto en obras menores utilizando dos fuentes de agregados nacionales.* Costa Rica : Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2002.

Tamayo, Mario Tamayo y. 2003. *EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.* MÉXICO : LIMUSA, 2003. 9681858727.

TOIRAC. a, Resistance to compression for concrete is a necessary condition but not. 2009. 4, Republica Dominicana : Ciencia y sociedad, 2009, Vol. XXXIV. 463-504.

TOMAYO, mario y MUNUZ, sonia. 2007. Blog DISEÑO METODOLÓGICO. *DISEÑO METODOLÓGICO SEGÚN MARIO TAMAYO Y SONIA MUÑOZ.* [En línea] 16 de Octubre de 2007. <http://angelicamarialo.blogspot.com/2007/10/diseo-metodologico-segn-mario-tamayo-y.html>.

VALDÉS, adriAna. 2017. Durabilidad del Concreto. *Hormigon especial.com.* [En línea] CEMEX, 22 de Marzo de 2017. <http://www.hormigonespecial.com/blog/?p=349>.

ASTM C-566-97. Standard test method for total evaporable moisture content of aggregate by drying. ASTM Standards. 2004.}

ASTM C-29 / C-29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.

ASTM C139-05, Standard test method for the granulometric determination of fine and coarse aggregates.

ASTM C-33. Standard specification for concrete aggregates. ASTM Standards.

ASTM C-128. Standard test method for relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate. ASTM Standards.

ASTM C-127 Standard test method for relative density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate. ASTM Standards.

ASTM C-143. Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete. ASTM Standards. Diciembre, 2015.

ASTM C1387C138M-A9, Normalized test method for density (Unit weight), yield, and Air content (gravimetric) of concrete

ASTM C 39/C 39M - 05. Standard test method for compressive strength of cylindrical

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.

TITULO: Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de polipropileno de diferentes tamaños – Lima, 2020

AUTORES: LUCANA ALANYA, Norgan Lenin ; TORRES CHICATA, Rafael

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA			
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable dependiente:	Dimensión	Indicador	Método:			
¿Cómo actúa el tamaño del polipropileno con el reemplazo del 20 y 30% de la arena, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?	Analizar el efecto que produce el tamaño del polipropileno con el reemplazo del 20 y 30% de la arena, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?	El tamaño del polipropileno con el reemplazo del 20 y 30% de la arena, mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	Propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	Propiedades físicas de concreto en estado fresco	Trabajabilidad	(pulgadas)	Científico		
					Peso unitario	(kg/m^3)	Tipo de estudio:		
					Contenido de aire	(%)	Aplicada		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específico	Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido	Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido	Resistencia a la compresión	(kg/cm^2)	Diseño de investigación		
PE.1:	OE.1	HE.1			Experimental (preexperimental)				
¿Cómo afecta el tamaño del polipropileno con el 20 y 30% en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?.	Analizar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes tamaños y porcentajes del polipropileno.	La resistencia a la compresión del concreto aumenta cuando el tamaño y el porcentaje del polipropileno disminuye.			Durabilidad con respecto al ataque de sulfatos	(ppm)(kg/cm^2)	Nivel:		
			Variable independiente:	Dimensión	Indicador	Explicativo / predictivo			
PE.2:	OE.2:	HE.2:	Polipropileno de diferentes tamaños.	Tamaño del polipropileno	20 % de polipropileno	(%)	Enfoque:		
								Cuantitativo	
									Población
									Probetas de concreto con polipropileno
									Muestra
¿Cual será el comportamiento de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes tamaños del polipropileno en la durabilidad con respecto al ataque de sulfatos?.	Conocer el comportamiento del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante los ataques de sulfatos con diferentes tamaños del polipropileno.	A menor tamaño del polipropileno, el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mejora su comportamiento en la durabilidad ante el ataque de sulfatos.			Tamaño 1 (1.18 - 2.36)	(mm)	102		
					Tamaño 2 (2.36 - 4.75)	(mm)	Muestreo		
							No probabilístico		

Anexo 2: Obtención y tratado del material.

Ensayo de los agregados

Figura 24: Cuarteo del agregado grueso.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 25: Cuarteo del agregado fino.



Nota: Elaboración propio, 2020.

Figura 26: Tamizaje del agregado grueso.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 27: Ensayo de peso unitario del agregado fino.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 28: Tamizaje del polipropileno.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 29: Tamizaje del polipropileno.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 30: Ensayo de Peso específico del agregado fino.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 31: Proporción de los agregados.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 32: Mezclado del concreto en trompito.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 33: Inicio del vaciado de la mezcla del concreto.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 34: Ensayo de slump concreto patrón.



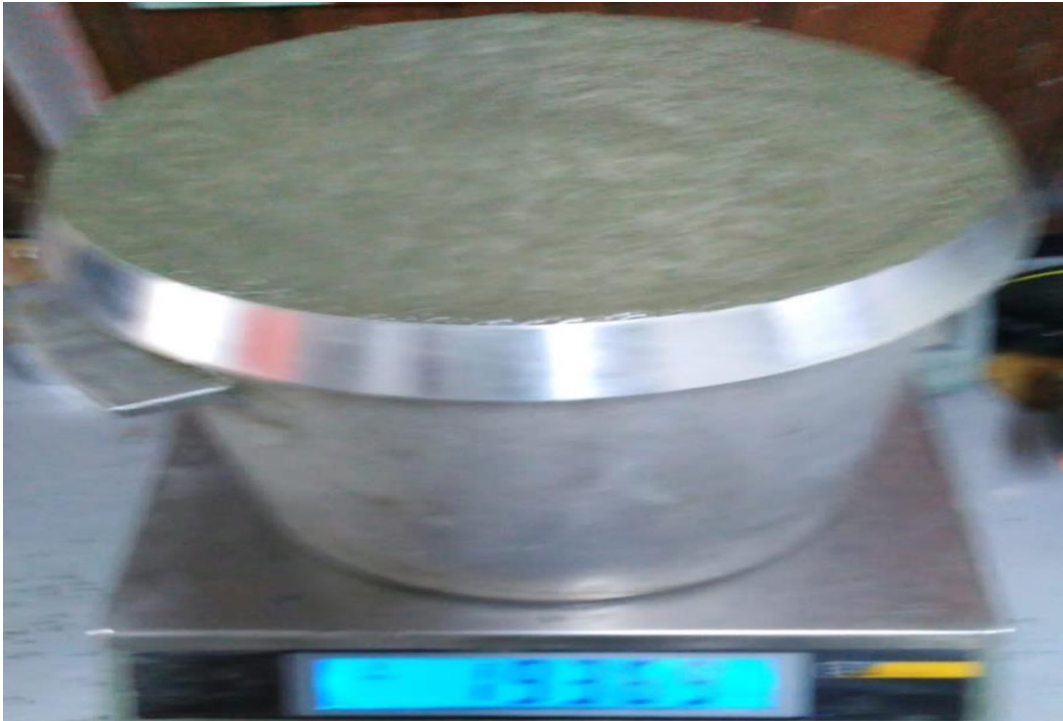
Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 35: Ensayo de slump concreto con polipropileno.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 36: Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 37: Ensayo de contenido de aire.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 38: Acabado del testigo.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 39: Poza de curado.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 40: Pesado de sulfato de magnesio para el curado.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 41: Curado en sulfato de magnesio.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 42: Rotura de probetas.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 43: Rotura de probetas.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Anexo 3: Ensayos de resistencia a compresión a los 7 días.

Figura 44: Fractura de probetas del concreto patrón a los 7 día



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Figura 45: Fractura de probetas con 20% y T1 de polipropileno a los 7 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 46: Fractura de probetas con 20% y T2 de polipropileno a los 7 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 47: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno a los 7 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 48: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno a los 7 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Anexo 4: Ensayos de resistencia a compresión a los 28 días.

Figura 49: Fractura de probetas del concreto patrón a los 28 días.



Nota: Elaboración Propia, 2020.

Figura 50: Fractura de probetas con 20% y T1 de polipropileno a los 28 días.



Nota: Elaboracion propia, 2020.

Figura 51: Fractura de probetas con 20% y T1 de polipropileno a los 28 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 52: Fractura de probetas con 20% y T2 de polipropileno a los 28 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 53: Fractura de probetas con 20% y T2 de polipropileno a los 28 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 54: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno a los 28 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 55: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno a los 28 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 56: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno a los 28 días.



Nota: Elaboracion propia, 2020.

Figura 57: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno a los 28 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Anexo 5: Ensayos de resistencia a compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días.

Figura 58: Fractura de probetas del concreto patrón con inmersión de sulfatos a los 28 días



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 59: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 28 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 60: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 28 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Anexo 6: Ensayos de resistencia a compresión con inmersión a sulfatos a los 28 días.

Figura 61: Fractura de probetas del concreto patrón con inmersión de sulfatos a los 42 días



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 62: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 42 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 63: Fractura de probetas con 30% y T1 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 42 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 64: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 42 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura 65: Fractura de probetas con 30% y T2 de polipropileno con inmersión a sulfatos a los 42 días.



Nota: Elaboración propia, 2020.

Anexo 7: Validación de fichas técnicas

1.U DU.0..A~ — — — — — ~-TAO! 401~7 —;r.;p.:
~...~ we~... ..e- U.IIC""1r;1ij; a """"_""o ~ - P9

PERURREST. S.A.C.

CA~ MANTEHIIIIENTO Y VENTAS OE — ISE tI STROIIIIENTO DE 1~JORIO
SUELOS .MATERIALES· CONCRETOS .ASFALTOS ·ROCAS ·flsaCA ·GUMCA

P.ERUTE.~T S.A C.

0 4! "9~! oa1 0 t t

||||| ||| ||

/d><,,,;j,, tA! .:..:

ó i - dj i

:||

—
J000

• • | •

LAS CM!

CERTIFICADO DE CAUBRACJÓN MM-0058-2020

.....,

E'ftII

27.7 -e

l to	ll• l	11 • l	6lf • l	(lal	Ulll	ll'al	att&I	<(11	[~(r)	C""D
	ODI	ODIO	00	O~						!!!
		O 100	00	0000\$	o-.i	OUIO	OD	O.ooo!o	ODOOD	ll.C!0J
	OJ									
	1	1.000	0.0	00005	0.0000	seee	0.0	0.000S	0.0C00	O,0!J
	10	10000	0.0	0.000S	0.0000	10DOO	0.0	O.~	00000	o.DOI
	50	S0.000	0.0	Q1XIC!>	0.0000	50000	0.0	~	O.-	O11111
	<00	UI0.000	0.0	0.000S	O.-	100 Q:i	0.0	o._	0.0000	o.Q0:2
	150	JSQ.:-..7**	00	O.11005	00000	1.50.(IQJ.'	0.0	D.001S	OOQIO	D.002
	200	200JIDI	00	0.00~	0.0010	moom	a.o	00015	00010	D.002
	ISO	~1	0.a	QJQU	Q.0010	250.IXII	OD	O.oau	ODOU)	O003
	no	;J.O.OOJ	0.0	0.001\$	0..00.10	110.00.J..	o.o	0.00is	0.COJ.0	0,QOJ

u • 1 • ,,,---;oii:ci • ii•ii•1r---;,:--;o[O•ñ•Ci•ii•11•0]g0E)jir



Q.D000121060 R

, lrrt1144COWWWW
t
ll ,,,.,,,

RUCI° 21»021'2r.21

TIFtCA"Ot) DE"CAUBRACI <<-
PT • lf -011 • 2020 ,.

.....

2. So(idt.11

WRC~l[lllA Y SAC,
GIOT[CNI
"COO.\OS JÁzr.,H(\$ ot~"1
ID"&. 3~~ ~ or ~-ijft.A-
UMA ,~" /'<- .j.,"
; #

|| ~
e....z ,,,.

f° 1'
t1Am1r~

1!>Q7U
CHI!>'A
NO n.-:>0>

█
'woke<He
'.....• d d 11

QIQTAI.
MC
1.M<02
1.501.1.S OS
P,01 / ""
NOIM~

~ f-edwde(e'R ..M

'20.."0-02 .qs



AAAnTI. DI cHO OC.l tsCAIA N01IM
 O~•U.l:HVC ***** \i..VfUIC.lft ■■■
 PIAT.ua. Tir"r i.1VHIAOOJ4
 ~-YIMA Df TRAAa J40TI(Nt))))

— ~ ~/ ,.

'~•tura
liumed ... &<14

Initlil ~/ ...

"c ↑

M-n	Caf•• 11.	ISO	•	--u-	iJO	•
1	150000		0000S	~.000	Q.i)	IUDI')
11	'1~000	00	~	300-	0.0	o-
•	1S0000	00	0000S	IOOCCO	0|	0000S
S	150000	00	0000S	)00000	U	0000!
•	u0000	0.0	0.000:	!!OD.000	0.0	0.0005
/	auuou	0.u	UOU<D	:ICU••JO	o||	o.can
8	IMICD:I	00	0.000S	JOnLWIO	o||	omns
9	150000	00	DCIOOS	)0()J100	0	O/XGS
10	1)0000	0.0	00003	JO000•	o->	o.oom

! • •

C..•	Mw:;,,,•	lal	e al	Lle l	hl	Al Cal	fal	(al	•|•|
1		0010	00	00005		loo.t)OO 0.0	0000S	0.0//00	0002
I		I>DIII	ne	CUI005		IOODOO	00	OOCXK	0001
)	001	0.010	o.o	0.0005	100	100.001	0.0	0.0015	0.002
-4	●	0.010	0.0	0.0005	●	|| |||	0.0	00005	0.0010
S		0010	'00	0000S		100.000	00	OOIX15	0.0000

• V~ ""9 OY 10.

• -

M.o.:D LL OG htt. ~ :S.!~^{W'we} \\f.t-o...a., ~...a...:~ .. t. ('f1~:Z: \...VZZ~ eee ;:-.t
C~ iip/~,~~K wd> __...Jct:cmo:::

->

4"/" } LAB. CM.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MM-006G-2020



IMSHCOOtVISUAL

LJI"IF IV O"IO Tll"r J«"AIA NOTIO<r
 0.SCTLAtoOOfUDM: ,.j ... |"">U"" ""oi ~
 PIATAIC>fl- TIU<f N~I.AOO.. ..
 \H;JIMA o< Tlt.U.A lta T'Sllltf"

INSAYOOf.IIEPI!~

	i~l•	UCllIO	ECa l	I<MaU•		E Ca l
H~	1(• 1	"-1•1	111	11al	OL	.Q_J
1	15000	0'	01	JOOOO	Of	-0..1
2	1-	0.4	0.J	JODaD	O~	-0.1
3	15000	0.4	0.1	300011	CU	-4 l
	J5000		01	10000		4. J
	1"000	OA		iJ0000		
	15000	0'				
		0•				
	1S000	0•	01		ia	.0. J
		0'				
7	1\$000	0~	0.1	30000	O >	o(JJ
10	15000	0.4	0.1	30000	DE	.Q. I
a			0-l.	Q.O	Ot	-0..J
9						

@ ;)

15000 2

Catpla) iOIJJJ 110 •.m..p..\$f.l J

DGAYOOof:-

T..._•tuta | H;ICUii 211 g •e | F- :JO ! "C •

..... - ltl. INclal SI ti | | J- | >I ~

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTO

TESIS DE LAS PRÁCTICAS FÍSICAS y MECÁNICAS DE CONCRETO F" C. 210ICG1 ar COHIA MIICIONOEI
POI.FROPLENO CON DIFERENTES TMltifos-UM. 202V

I. DATOS GENERALES

1.1 ESPECIALIDAD: Ingenieros y técnicos especialistas del laboratorio WRC
INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C

1.2 Título de Investigación Anéxulo de la Influencia del tamaño del polipropileno en las
propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, LIMA- 2020

1.3 Apellidos y nombres de los Investigadores

- Lucana Alanya Norgan Lenin
- Torres Chicala Rafael

Nota: Para cada pregunta se considera la escala de 0 a 4 donde

- 1 - Regular
- 2 - Bueno
- 3 - Aceptable
- 4 - Excelente

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	REGULAR	BUENO	ACEPTABLE	EXCELENTE
		1	2	3	4
1. Claridad	Está formulado con lenguaje adecuado y científico.				
2. Objetividad	Expresa el alcance de la Investigación				
3. Actualidad	Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible.				
4. Organización	Existe una organización lógica				
5. Suficiencia	Comprende los aspectos de calidad.				
6. Consistencia	Basados en aspectos técnicos científicos.				

LIMA - 1 - MIlgnol"ia" H' Il I</3 Urblo>Jiu,..... N....ftl.S.MP*oll (01)4115.0701/Cel 088U9171/IM15030710
&AGUA ...<"10NIS Jr f.l.,drodellit>aH°.000 / C.I A71 t31041 • TUloIBES: IUWES ~ flol),..H'e.11 • Col 11850:4 770
JA(N • CAJA tMRCA C..fto I<a LA"Clcl N' 870 • 5-1 lolnm1 5o1,. • Col 981> 034 720
E-fNllil ... Ww<:1fofJ0181-

INFORME DE ENSAYO

SOUCrTA. LUCANA /ML>HYI\y Ra-. TORRES CHICATA
 --oe1M~ft-yn.---dol-lc•710~/cm'-1
 e. edlc:li6n d4il1 • ce11 io 00n cid«....., ~ - l.,, 2o::ro-

CAHTLKA! C..W. Tnripld>e
 A.NÁUSIS GAAHULOMBRICO
 (A.STM•C1W HTP 400.0'21

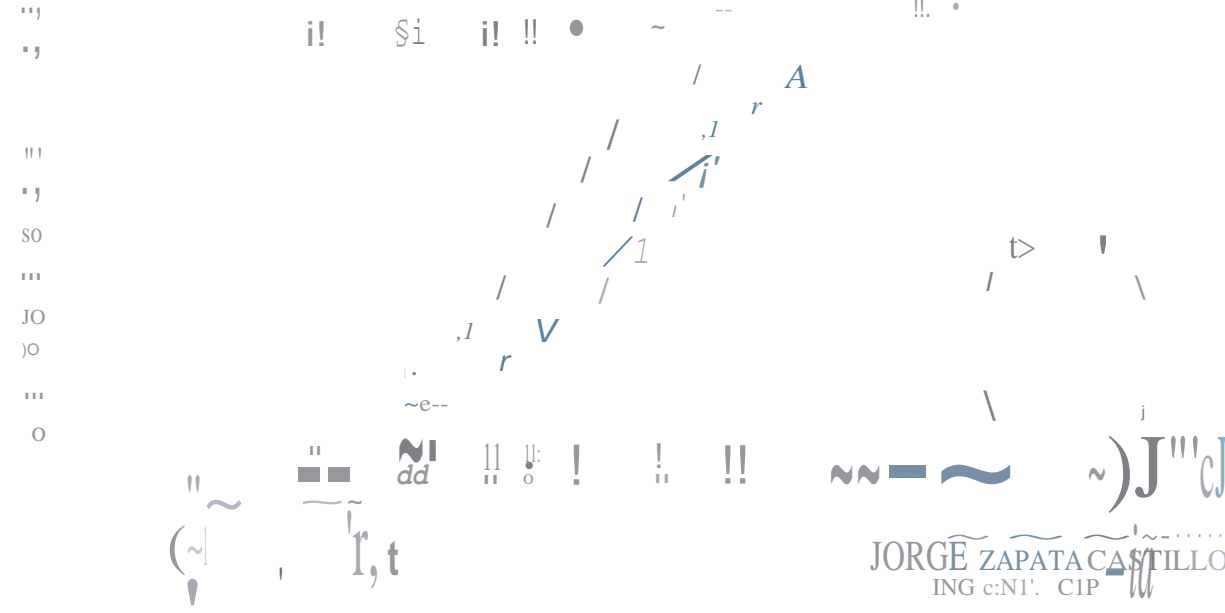
~h	00	00	00	1000	1100	4162
11100	00	00	00	1000	1100	4162
110	17	17	M.3	too	1.3	
2380	100	10	S.2	Ma	110	too
16	190	78.0	258	'07	R3	
30	011111	730				
50	0.300	20.2	65.S	• 5	10	00 oi..--

.....

... 00	0 150	270	91	9'A	2.0	2	10
•200	007S	100	3.4				
>200		110	2.0	•000	0.0		

..... - • • - = , of :": - S ~ :. • -;,-Sj...~

CURVA GRAHULOMETRICA.



UM.\.c..lol.a ... ; • ~ Hill Ir1-Uih.1.m_da.....-S..M.P •Td IOtl..aM1102/C... -:-Dla71181!>0320
 81\GUA-AW<ZOL<AS Jt — deDooN"- lc.t.Wt13&°6 • TUMBES· T!AaIES:—H"632-Cd. IIIIS- 721
 .JAth •CU\UARCA C.. l.m ~ N° 81'0 ·Sed !bIO Salor • CeL -03' 1211
 E.....-L V@ a 2 ..oDII'

INFORME DE ENSAYO

SOUCIT4: Nol'gan, LUCANAAL.ANYAy R.,,el, TORRE:S CHICATA
 TESIS: •Analials de lat propoedade• llsicaa y mecénloao del concreto re • 21 o lq 1 cm' oon la adición dol pohoroollono oon dlwfontao t.amatlos - Lima. 2020'
 LU04R: **umaPeru** FECHA: SepNmb«• 2020
 MATERIAL: Allf"eg8do grueso CAN 1 E::HA: CInImII fmpíche

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM .e1 1

T					HUSOM		Of!SCRIPCIONDI! LA MUESTRA			
11	25000		00	00	1000	100	100	Peeo	Ht.unedo	O<IM•
3W	19000	3!>8 0	11 0	a 0	81 0	a 0	100	P••o	Seco	1!"65 0
1tz"	12 1100	27350	Ge•	17•	728	20	68			
318"	9600	7300	18 3	11> 1	•3	0	11	ConL	Humechd	0.300 11
11	• 750	1730	•3	1000	00	0	5	Tam. Mauc.	Norni	J.14..
•e	2 380	00	00	1000	00					
>700		0.0	00	1000	00					
		311QGO								

CURVA GRANULOMETRICA



INCiENIER= y OEDT...;~C~N::~R: J*IE!;E~::E:::li:í::~;EHC. ~date5:~

INFORME DE ENSAYO

SOLICITA: Norgen LUCA""AIANYAy Flef""I TORRES CHtCiITA

TESIS: ~ lls! de &o.1 ptopktdlKtoe ~ y me<:6nk:at dftt ~r.O re • 210!;g 1 cm• con
1• adc~ cMtl °°°°°opU..no wn dtto.-...u.v• °°n.. no. Utn• 2'0:xJ•

LUOAR: FECHA:

MATERIAL: ~ hno CANTCRA- C•ntett•Trnf)leho

PEII0II UNITARIOS

(AIITMOC:t91 NTP 400 017)

MUESTRA	1	2	3	4	5	6
A P•o M•I i Motd•	1380 0	73740	nnsi o	&tIT O	00430	....:tO
8 r.. O Mold•	-ino_	111,100	'9100	2>100	29300	1111100
e f•noHM•tMiiil	44M	.....	...	'12'7	511:8	et 12
O YCIIIUtneln deil M<ld•	29289	2028 V	29280	29289	___''2119	?Ct2\$.9
E ~OVMII•r'-	t-19 ~	t517 29	1515 59	17SM.a7	114S.1'1	114\$ 37

I'ROMEDIQ PUC

MATERIAL.:Agregado Gf'ueao

MUESTRA	1	2	3	4
A Po.o M•t.o• kl:06e	~ ~ II	J(M-5).0	330000	
e ,...ao MoUe	7111:1 00	?\$23	7523	•~>3J12...._
C.-OO-	-.177,00	221)27	2\$4n	2~311 00
U VOIUM•n MI Molde	t-AA"100	1•163 a	1481130/	\ •ee:l 00
L P•M Unl~rlo VerlllMdo	1t.l / , ..	■ ■	1n1fil	730&1. |
Ill'ftOMI!DIO ptU9	1 14"0,42nk.lml			
1P"OUI.DIO PUC	1 t1M.01k...:il			

~ -9tr... ~ S.,

, l;, "r,'

... ~

JORGE Zjj.i.TA °'sril.l:ó'

INO CIVIL • CIP 66421

L..... Calle..U ! — Mz HI U N" J -U!b 1.ooJa...•O•OQ;w.... SMP • T•ll (01)4~0702/Cel 9883311811198>034720
 BAOOA-AMAIOW.S Jr Marlrfode0.0.N'4((f / C.I 9711Ja046. TUMII(S-TUt.IBES "llol-N"6.J2. Cal 98SIXM 7211
 .:IAEN~ C.l-Jeln51aur .. N"870~L;ji...tOfOat.1'. e~ n'SSOJ.1710
 Emll<l •--Inooosa<com

INFORME DE ENSAYO



TILSI\$

SOLICITA IICNIA AIAHYAy "IAC:S CHICATA

LUGAR

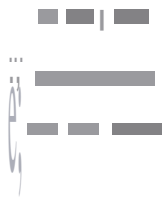
• 2020"

FECHA2020

CAHTtRA.T-

PUOS UNfARK>S

IASTMOC29 I NTP 400 017)



~ a''''''

•-O

J!t0

4\$(10 - ...-.00

t.r.i.1or...u:*x"!..1.!lf...•

1

)

1

J

"4

-O

-O

-O

29000_

HIGO

~''0

IMO

|||||O

"17"

32170

~|,"

|||||O

■

•111

~|,"

616

OV.....,

e

~''''''_

↑

i..... C-U. a&y_, ML HI U N0ñU Urto U. - oo _..... . \$».P • W III) C&541!111Cá IIII JIII 1111-034 no
MOUA ~ // - Oo H'.00 | Ce< 971 III 006 • TUMIICI • T\AMIES // - N°e32 • Cá III\$03" 120
JAF..H. CA.1AMAACA. c.aio U - ~... aro 51<1 — - • ca 185 a:M 120
E.ft!! IIIZCl•di e ,,,

INFORME DE ENSAYO

SOI.ICI '"" Norgan LUCANA AI.ANYA y Rafael. TORRES CIUCATA

TESIS: ·J\Nol-de les ptOpledad• flisicA\$ y mec:4nlcas del conctelO te• 210 l\g / cm> con la Qdicll)n del l)C)itptOpoleno con d,ferentes l.amal\Oa - Urna 2020"

LUGAR: lima-Pero

FECHA: Seobembre 2020

CANTERA: Trapiche

~--HTENIOO DE HUMEDAD ASTM 022161 NTP 339.~

TAJIRON!	1	2	.. OME)I()
PCSO DEL TARRO+ SU)IO HUMEOO	568..0	5580	
H50 IRL TAARO +SUELO HUMEOO ""	552.3	5530	
PESO DEL TAJIJO (a)	580	580	
PUO DEL AGUA l•)	57	50	
PCSO OC sun.o KCD l•)	41M3	4950	
CONTC CM HUMEDAD (1)	1.15	10	1.1

MATERIAL



• 0111.6.113i#i3#61 , 1f13.

INFORME DE ENSAYO

SOLICITA: N.º gan. LUCANA AIAI'ffAy Rafael, TORRES CHICATA
 TESIS: 'AII'Il•Wde lh ~ ~ y~adel~o te:• 210~ lcm'con
 le edldOn del poloprop'9n0 con dltorentea tamelloof - Lima, 2020"
 LUGAR; Llme..P..U FECHA: Se~ 2020
 CANTERA: lraplcho

1	"u	~NI" •ZZ,-1 ... ,... .ll.1-1--'	2	"OMUIOO
TM.IIO,...				
PESO DO. Tú.Ao: "''''s'ha tuMtDO	>M.O		r.580	
HSO DII TAIUIO• SUEU>HUMfOO 1'-1	658 5'		!>MR	
KSOOn-TAIUt:O	~O		580	
..csoonAGUA	05		O"	
~OC suuo .sa:o Efi	!100~		6005	
COHTC Oi HUMEDAD	0 10		O 1:1	O.JI

E-fl'Dl..... ·ca: =ean

INFORME DE ENSAYO

SOLICITA: Notgan, LUCANA IUAHIA y Ralael. TORRES CHIC/TA

TESIS: "Análisis de ... Pi J..... Islas y tiéCAIW delco, t'e - 210kg / cm• oon
.. -del-oanci-le9 — -Lme, 2020"

FECHA:

CANTERA: Trapld>e

PROMEDIO

LIMA. C... U Mz Ht U" 3.1MtLoo - do -- .S.YP .T. !O1) -lc.l - 3398711115 0301'2D
MQJ.\ --.lr ,-- Ot C-11' .:O 1 Col 1171 1111 DC8 • TIJUeES • TIAEE'S .lr - N'li3Z • Cel 1115 03< 120
JAEN. CAJAMAACA e-. Loo1.AJt-H" 110. -- -- • Col -u:M T2j
E-mlt •nO•u e D"ff

~"0 r:wr~ncX>auuc(~6"1~

°WI
100

"

D .._ Dr: MASA Ca>

U.10

1108

1 11

IIIIII III0II

..-!/- r«.ao cārLa;co APNtl H 11 1~ S(CA) <_11_1>

• •

#)~
'A, ~ ~

Wi!J;~Y OTE SAC

·-·-·-z;J>"i>..°A C ' ILLÖ

LIMA caMI.osMttg-Uz Hill N'3-U<b 1.ao~do SI.IP •Tidf f01)485-0702J Cel 98&3leB71!111!~034n()
BAGUA-AMAZONAS .Jr U.O•oda~N• •OO 1 Cel 971138CM6 • TUMBES-IJMBES BolMwN 632 • Cri. 11150)4720
JAEN • CAJAMARCAC.. E~ ~ H=870• SEC. ~- - Cel 98'; 034 120
E-~.,,~, ~, ~.,,~

WRC INCIED S.A.c:

INGENIERIA Y OEDTECNIA

e TUDIO~ PAD:li eros
SU&L.05 - concR&T0 - ASPAL.TO

INFORME DE CONTROL

SOLICITA: N.º 1000, LUCANA ALANYA y rwi..., IOHHES CHICATA
 TESIS: 'Análisis de los propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm² con la adición del polidroleno con fibras lameladas LIMO. 2020"
 LUGAR: FECHA: Septiembre 2020
 MATERIAL: Agregado polidroleno (Norma ASTM C128) CANTERA: T. API C/II (2007/ NTP 400.022:2002)

MUESTRA	1	2	PROMEDIO
A PESO MAT. SSS. (g)	25000	25000	
e PESO FIOIA CALIBRADA CON AGUA (O)	358.50	363.8	
e PESO HOLA CAL CON AGUA + PESO MA	611850	606.8	1.1627907
D PESO DEL MAT + PESO FIOIA + H2O (g)	30300	30200	
ii VOL DE MASA + VOL DE VACIOS (cc)	305.50	306.8	
F PESO MAT SECO EN HORNO (105°C) (g)	2.970	2.175	247.1~6'137
G VOL DE MASA (g)	30520	30623	
H PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SCCA) 1	0.82	0.815	0.811
i PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA)	0.82	0.618	0.82
J PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA)	0.82	0.818	0.817
K COEFICIENTE DE ABSORCIÓN	0.12	0.100	0.11

WRC INCIED S.A.C. - Ing. Juan Carlos Sánchez - T. 011 411 010210 - F. 011 411 010210
 BLOQUE AMAZONAS Jr. "4 de Redondo" N.º 1110 - 1. C. 117131046 - TUMES TUMAFS Jr. Ilo-Ilo, N.º 6J2 - T. 91 50 147, 4
 J.A.F. CA. JAMARCA Calatos L6'At' N.º 70. Sud Uotro S<Ur • CM 985 034 110
 f IW° lldrl-c:Af19E'O'''' r;nm

WRC INCIED S.R.C:

INOENIERIR Y OEDTECNIR

CSTUDIOS - PRD1'1 CTDS
SUELOS - conCR(iTQ - flSFALTO

WWW.WftCINDDDI!ftCDM



IJI~A ColoLMMIJ-1.tr Hillt N")-U<lo LcoJ;o;..._clo;... .. -S.J.CP • IGII i(11)•~-01W1Cd IIS83JH111-034120
BAGUA ~ J< -n •OloaN"4001 Col 111:110<6 • TjMBU-II<t-!ES J/ —N"fi32 C<l d!\$113U20
.JAD< CIU,\MAAC..d: ... Lao~N'870·Sect — - • Ce! ue.!>034710
f-ft'III ~ @AdtQ&dW>.(IOftI

WRC INEIED S.F.I.C:

INtENIERIA Y liEDTECNIR

~:;,uu10~ - r11ouch 1os
SUIi..0S - conCAIITO - ftSPfU ..ro

WWW.WACINCaoo ...C.cOM

~6- MMJIJl~
3M" I ,," t 'Ita"
CclnGnlllO &in NM t
22.
tJ2 SM t. 1 í 2
2" 201
2. 4"
B!-2.
• • 7. 2"18
4° 202

WN~ nm
mMerl.l
Wld..ldo
O_"

3 A-I_206
jOi..... 1 2.0 "

0.51

4.- CAN'tHOAO OC C:nt!INTO

e-  -

see
UJSC

1317,1 psl

UM1'-CillhIM ~~~'6 ltl U, H93- IMI Lo.JiltA.~9.MP •I•LfOII W 0IWlc.& 111t»lt1!ltMOI120
6'0UA·A~ AS Jt doO•t'40Ct / c.l. 17113&0-11. 1UMOtS IWBEI:Jt ld'WtHH"m. c..&. MeiO'l NO
J//ILH·CAIA..wtCfA C.-U.1«Mit-WH°10.S.C:I Morll>,, • C4..t110..14nG
r'''''''' • e clrl... or"

c; a. U. 1\$ MtHIU''I ... (al) .. a. U. :- PIJIM IWIOll timJ.Jll111tmUMnct
 CA"VMtllIC* C., ~...~. Le -
 .. lilCl..._8cU • C..._,m& ra
 ... U1·Col •llllfl>

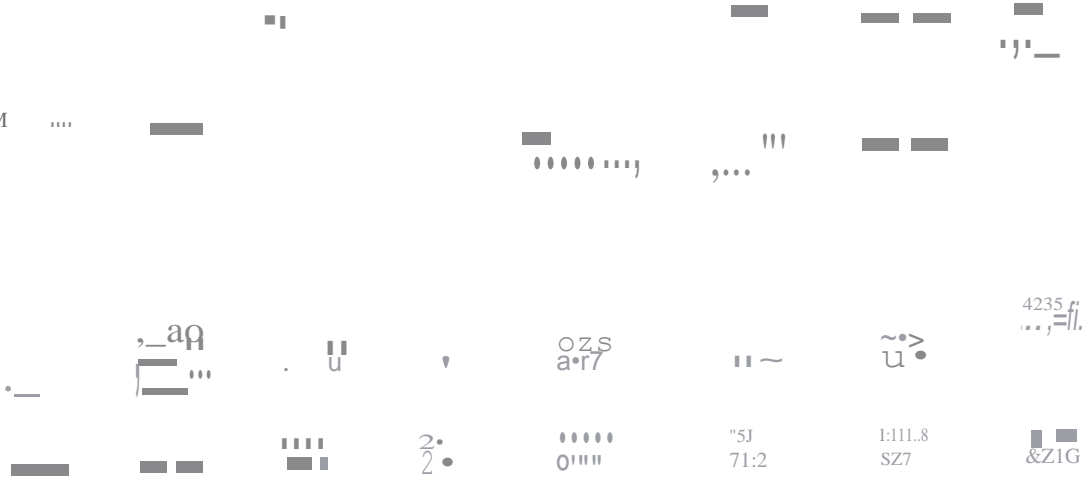
WRC INGED S.R.C.

INGENJERIR Y GEOTECNIR

C:S~UUIOS - PrtDIJC0106
SUELOS- COOCfUifO - A!lfAl.fO

a..TAM.A

M



4235 fi
...)=fi,

OZS
a+r7

"5J
71:2

1:111.8
SZ7

&Z1G

tt,

■ ■

za•

••

e

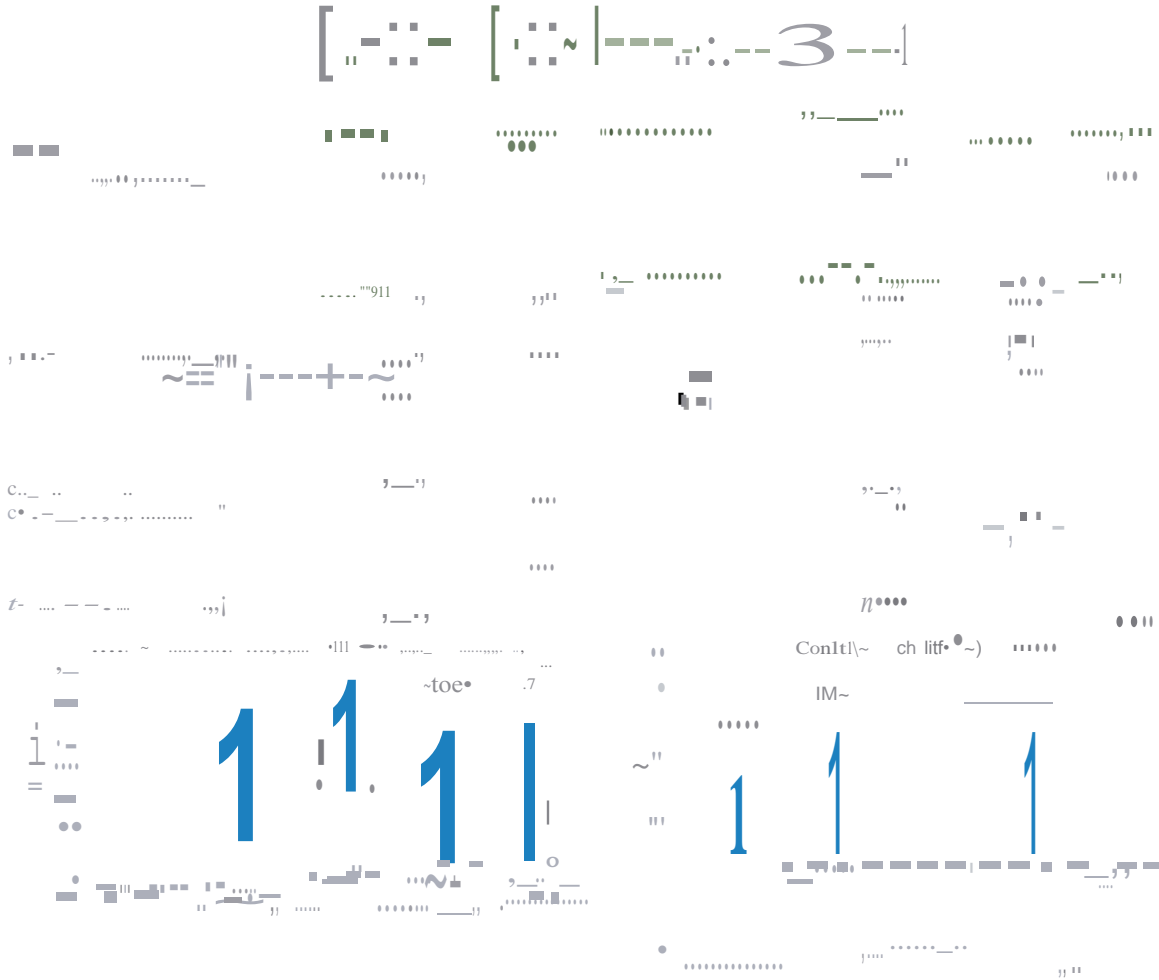
JO

LW...Glml:LM ULMtUW).~ U.aMJll' ... _fD'IJ• WIOII...-290t1WGMnl
— '4'M'~C | S.& •Cla'I''' .. / Cli ... • nw;s n,ws.JL...N"CIZ: • C.S ,,
.11181CAaftM-.c> c.111&....._,, 'Ca_,.,.,.,.,.

E- -

801CITA HQqQr,li;Hl\JCi\M~M,NNA.
ftM A-rI 10i11ll:8 CIGATA
t&Jod ~-t-dt>| "bl llid4C-t111;... egfQ' ... 1 a* tUl k:Ql lll-Co.A
.....O....., ru11~..._Wtoar

1U!W4 1- P ti t t.OIA! - - _lt IU t..._j JJO
PESO UNITARIO V CONT(NIOO OEAIRe EN CSTAOO FRESCO (ASTM C:III)



LWA can• [•• ~"'''''''''''' Mz 111 u N' 3 - u.0 Jazir....., .. N.....Jal - S MP • T.W ;011 485-0102 1 Ce• 988 339 &71 •985 034 *rm*
BAGUA. AMI<ZONoS Jr. Modnl de O.OS N" •OO / C<k. 971 1311 (M6 - 1UMBE.S - TUMBES J• Boll- 632 • Col. 985 034 720
JAEN• C ~tARCA Cille Los LaorelesN=8JO-Secl MorroSotar • Cef •9fitti O~ T"ZD
E~malladmftwranQ80!^JIC coro

$fP = ':\backslash$
~

WRC INGENIERIA S.A.C.

INGENIERIA Y GEOTECNIA

CSTUDIOS PRO-CCTDS
SUELO.05 - conCRITO - RSFRI.TO

11/11/2011 11:11:11

.....A Nc:JMONiJ\~ M.>HYA
rt#ACL TC--. 1 UCA 1A
FE:Nil
.....
.....



PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO (NTP 399,046)



LIM< C<ille~ ~lognalíMMLII1 u H"J Urt..looJ_ ... _____ .sM p. foll (0) 08!• 0702/c..4 -339811 /Ila51134ho
IIM•UI\~ ~L.ZOI~ JJ t•ono.O""H""1 /Col 9'11311046• IUI>IICS•T.-:S Jt ~ 6:12 •Col 185034120
.W:N CA.IAAIARCA Q... **Im** ~H"170 Ski MonoSolM • C.t -03"4110
~ - - - .cll_ **xcom**

-TA. ——— M.AHfA

9W' KI. 'FOAN'.80 tIC.MA

rr.919 -A--- OI IM IWJI. •191CMV.. ~ .] (WII CCMCINO *C • ... M)ICN"COh.IA M)ICI()w
00. IIIOI..... :; QOH pm.... ,,,,,,,', ~ .]

fc210.....

c..n.n&o..... ad• t .ÑW'lfan....P 11\$ t 110 — CIP.4I-
Cilindrica de 10 X 20 C*4'*1*0a



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 19

—?—	■	■	7	100	■	■	...
....	■	???	f	.....	■	...	■
p...	■	■		???	■	■	..

|| _..... _..... _.....

UU.0.CdoU.. K-MI HIII H"J•UIt>.1"°_Ot.....SMP.•Toll 1(11)~702/Cot II6833987119S\$031710
BAGUA N11<ZC1HJ1S .M - cm N° 4IXI 1 ca •n 1:111046 • TUMIES. TUMIIS .M -- N' 1:12 • e1t1 III:Imo no
.IAEN•CAJ•UI'RCA c:Al .. ~-""111D•Sod MonoSobr • Clt "8SCJ071'O
E.. 8dr,Cwd e eceee

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO
 NOMBRE DEL PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DE LA ZONA DE LA VILLA DE LOS ANDES
 CLIENTE: EMPRESA NACIONAL DE CARRETERAS (ENAH)
 UBICACIÓN: PROVINCIA DE LOS ANDES, CANTÓN DE LA VILLA DE LOS ANDES, ZONA DE LA VILLA DE LOS ANDES

OBJETIVO

El objetivo principal del presente estudio es determinar el tipo de pavimento más adecuado para las condiciones de tráfico y clima de la zona de la Villa de los Andes, considerando los costos de construcción y mantenimiento a largo plazo.

2.10.1. OBJETIVO

El objetivo principal del presente estudio es determinar el tipo de pavimento más adecuado para las condiciones de tráfico y clima de la zona de la Villa de los Andes, considerando los costos de construcción y mantenimiento a largo plazo.

2.10.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39



11.0001-

I(Mk.UA -IUV\MAM,....IA

RNV 1 10..ru-ac1 ic.ArA

O It4.. •MfAl.1.1 l Ufo lN:1 H'-M'IlOillül l h'ld.A• V M\lJ.NIUAA lJI l l.C)H(fl l l0 t O ItO-.l / (M• Cl,.... IA All'Cl)K
O(L i't.U ..tOJ•nl HO G:(ff U. l-.. i N•tt lM\lWOI lIPM. JWfY'

o'''lllkl

Mi'tl'(r.~

Ir() flf t'ff'III rA

te n 0 KCJ(cm'

C4''~b, Phld'n l.l'nGad• A.,MI ONMa POMfClIM... l() y Adll'#O (\$J' →

C•M•loa iJ• l0 X'2'0 centltm•UO•

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS CILINDRICAS ASTM e 39

tt* ..	w-•lilk,....._	.....	.....	.....	.....	.....	.....
o||	... JMffitd(lilleol'• 1-2	'-~" |||||	J	.....	■ ■	111	•,
p• v —	" 1KfMpro111H..w r-l	-Jl)	|||||	t40.e4	.....	100	•,
l•AllitOH	lt,.... ,... lf•M l 1	f9"*1D lOj~	r	t4tU	.....	100	||
..AIAOH	|| ~ ||	.....	''''''	t1>Ot	■ ■		
..AIMOH	l,., poUp||'OpI,.... T-1	.....	tllO>O	1	.....	'—'

1 IMA e.to lH M ... M' H1 ll N" 1 • Ufb looJ,..... do N ,,,,,, • S M P • Toll 101) •~5-0/021 C<l. 111IA ~'111-11 / ~ G:l~ /10
l!MoIJA At4Al<>NIIS JIMI•l'ollelllOIN'100 t Cel 911 D)K0.16 • YWRFS fUMfIFS J' ltuil-N 632 •Col 0~~034 120
JA(N CA..JMtAACA C.,i~ L01 la.,,r11WlN" 810. Stte:t-m) 'lotiu' • e.a. 085 034 720
f: ff."Wl lIC1mftwrtJnQt{lIAIItm....

KIICITA ~ L~N.N(';A

u-aa 'AHAL.I.. Dn~

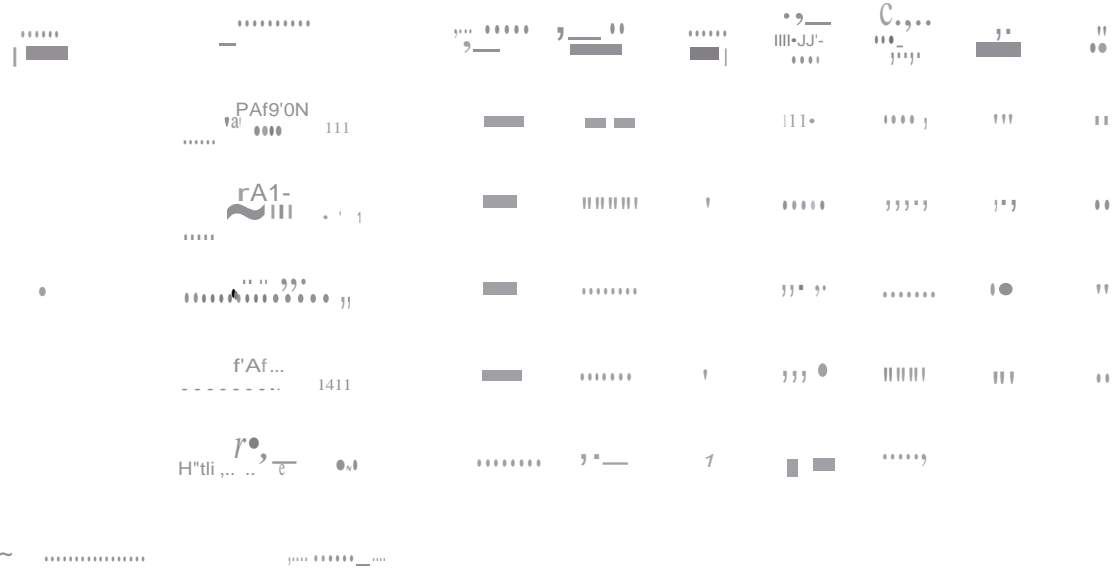
CON16.AC.NJU J-

CAL C'a-10 "C . hl (M•Ct.,wf....-
UtoM. lill6

. rc210 ~g/an'

C~ Pt9dre dWWW E , "1w O,,., Pufp: ;o'il•no 'AcllÜ'W'O(SP ...)
C--O. 1 OXIO--

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TISTIGOS CIUNOIUCOS ASTM C 39

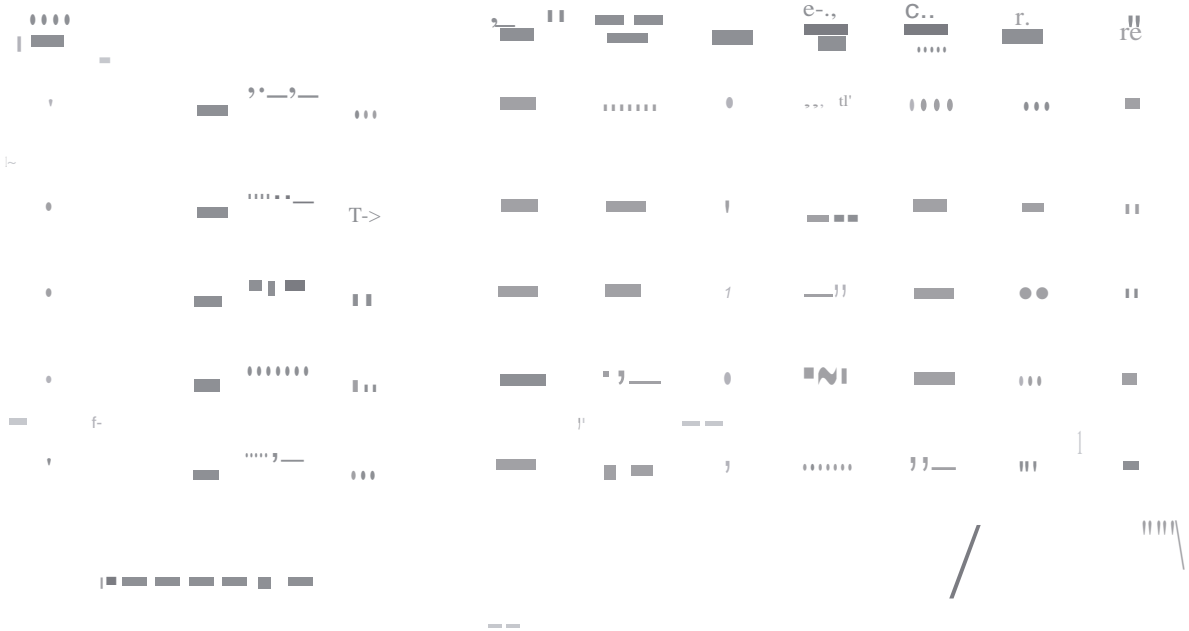


IIW\ c..tol~ Mz H11.IH"3•Ult> l.ol_doll'jol•6a.tP •Tol j01)O~011•VCel IMIll 111t!!IM014120
 0ACUA NU<Z01HAS .k -d<IC..N"400 / Col 911131040 •TUMBES TUM!E:l .k -H~ ° C.I ~034120
 JN N <:;>JA.~ C- l.. l.anl<s 1#'ll'O Sed. Lb'ro llóbt • Col ~ 034 720
 E ""1. -0•dl U - ""

~IA- .. MfIIA
AN M,A, t(»iNa O&AfA
..v,M-m 1Aa~:~: w~an~TOrc...~l0li'c::GJlft~
DU "CII FiliOCOJ'f~.....,t--a"t~L..._

,,,O_.
C.W-.O,,_..duw t ArwOnw • alpt e • y,.....,t'SP_>
~de10X20~

fit.SISTEMAS DE COMPRESIÓN DE TIGOS CILINDRICOS ASTM C:19



vff:~ ..SA e

GE ZAFATÁ-CASTILLO

U11A C. 1a...; • Mz HI U H' 3 • Uld 1.- 'o m 00 ~ SM-P • Id (01)4!!!>OIII2 Col IIIII 139 Ut lle 03' 720
11AOUA A" \ZONAS .lr - do Om H "© / Col; 071 118 040 • TIAIJUI 11.MIES .lr - W 631 • COII - CD4 120
• ~ """"SOia" • Col 111!.\$03'720
(~ II,,,..._,,,)
JAL".H CA "Wl~ C. IGo ~N"810

~T. ~IUCNM/IUM(A
.....G. 1~OCAfA
..... LAS-ILCAS YWi<AMcAa ... ro... e~ 1t•m' °°°CON 1.AADICIOHDD.
~M:IcatfCW { JW...fY

c. --- y ---
f. c210 ~
c.:endricit di& 10 X 2.0 ~

IICSISnNCIA A LA COMPLSIÓN DE TESTIGOS CIUNOIUGOS ASTM C S9



IAIA:CiololAI!to; •r 1.lz.111U.H"3-""1.oo.....,do.....,S.UP •Td t)1J'-11112|C<L-3J11111-CDO TifJ
IIAOUA. ~ .IAEH-CA.11111~A" Ciofcl.ool-HCMo:Soa .f.otoSo:UCol -en.< 127 • Gol: 11115034120
E...1'.edl ... Clp •rcnn

&fA.Iotl,... M-N-NI'CA
fA"# f'OH-- CUCATA
r-...ci rOI~"no O(IAI I"ROF"#nNII'-. 1~"- YM (J.MM;A; SL4.COHCN"-ro ~-e - aii "0i CW CON\AN)ICJON on

atc
Comento, Pied • <JlInc.cN. Af'OM GrueN. Polrproll•noy AdtiW> (SP...)
Clillndnc• de 10 X 20 ~"m•:TOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CIUNDRICOS ASTM C 39

Nº	Descripción	Material	Diámetro	Alto	Resistencia (MPa)	Resistencia (ksi)	Comentarios
1	lricM•eifkMW.	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
2	AATRON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
3	PATAm	CONCRETO	150	300	11.0	1.6	
4	PAT.AOm	CONCRETO	150	300	2.0	0.3	
5	PAT.ON	CONCRETO	150	300	11.0	1.6	
6	PAT.ON	CONCRETO	150	300	11.0	1.6	
7	PAT.ON	CONCRETO	150	300	11.0	1.6	
8	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
9	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
10	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
11	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
12	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
13	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
14	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
15	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
16	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
17	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
18	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
19	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
20	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
21	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
22	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
23	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
24	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
25	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
26	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
27	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
28	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
29	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
30	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
31	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
32	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
33	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
34	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
35	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
36	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
37	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
38	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
39	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
40	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
41	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
42	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
43	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
44	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
45	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
46	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
47	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
48	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
49	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	
50	PAT.ON	CONCRETO	150	300	21.0	3.0	

~
~
a'm.

1
JÓFIGE
INI, e, "

LIMA C<lilel•• ~ — M. ftl ll, ..³uro lotJamo. do•hran)aiS.MP • T..C (011~07C21Col 111!83JJ971/tle50J4 72CJ
!!AGUA. AM>.ZOHAS /I ~..... do N •llll / C•l 971 139CM• • rv~uu:S • TUMflts " fícoloVllr N" ~37 • Cel 98~034 no
JAEIf. CA.JMIARCACA.. loo u- N• aro • Sed Molm Solar • Ce! 1)85034 720
E.....; ld~com

ITtOtO

PAT"AOÑ

10000

Uit-- ti DO ,/

l'tr~IO

lt

_A,1ft)N

r.a

l t m

S B t ~

WitC i fu

°Je, ll. Vti c:Ä. LO'

Uo,tA C,,ll•IA• M•onob•IÑ HI U N°3•Uftlh... d~"" SM p, .. (01)'4S01011Cel 9e83!!!171!986034120

IIAOIIA•Al•I.VONAS "" ~hh do 0-N" .. il) l C.. 911138114r •• fl)t•l\;S. n•Mr•L'S "" lld"" N' r.:ll • Cel 035 OJA *no*

JAIN. CAJAM"RCA Calla Leo Lour- N° 110 • S.n MoM>Sois • C.l 111~'13'4 120

(--- odmli,.,,_""



V,Í, ...
:K)R.,~ZP. ... i#.:f.Ló

La-do--

UMA~t.aM>J | MLHILLN"1-llm SMP•Telr. IOI)-..O1112lCol W33!11tl — CXW72!1
BAGL"-AMA2IJHAS Jr -.cio~N"4!O 1 c.l. 91113a046 • S-IUJ!ES Jr. --- Cl:l - Col.. 1850301'20
JAEH -CAJAMARCA. C... loo i.-- N" 870. Sott.-... - , CeL - OJO T2D
E....t: •td•ca e mm

IDTA ~-~ TA
~All. 1~OCAfA
n.1 ~CIIM ID ~UM.CC:WC:W:iOfC•Jf•"4tDrGONIA ~DU.
~C:.O.W'OIIUIT'Ea ~L~

*f'c:HO"~~~~~
~ Piedra Chw e Nw an... _Po• ; s ., /"~~~~"110 (SP-4)
~de10X20w<M W

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TIGOS FONDRICOS ASTM C 39									
1	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
2	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
3	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
4	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
5	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
6	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
7	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
8	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
9	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
10	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000



UMA;C...lalMajjo-11.z..HI (H'l-l)rt.. — do — - - SMP •W (01)4e5-01DZICel WU98711-o:M 720

JAEH- CAIO-~

lal ~ H' 170 .Sel "''''''- • Col IISSCD<720

BAGIJA ~Jo - do~ 11'<101)1 Cel 97 Ull - • TA&S • T\MBES: .lt -, 112 • Col 9'15o:M 120
C. E-nal: aG cw ; .c:m

LIMA 1:.-Lm""ll""• Mz til U W' l·Urb loo....._ d4NMwtll·ll·MP ·T.. (1)141\$-0102/Cct. 988 3.Jll87111850'14 720
llAGt.IA· AAAAZONAS< Mll<lro do O- N 400 1 Col 911 1Jll 006 · 1Ut.IO[S · Tl)f.tnES de" • H" 1132 · Cel 935 03"
720
JAEN · ~ CGllo loo L-lft >f'870 · \$ecl. Morro S<j· · C"Al ~ 034 720
Eofn81 "~O-C:ll;; e ecm

WRC INCIED S.A.C:

INGENIERIA Y OEDTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - RSFAI. TO

131513 t. 0 1. 1±113.1,41

IOI... (ITIA) NORfWf IUC- *N" AI AHVA
AAfALL TOH.1-.a "cA.rA OII
fCfh'C °AUIW IIIIS IW IA&PHOPICII/irDf8f8'C:M "t ~ eAMc;Á.19 " CONCAL.10' e .. JIIOKOJCtHCOHIAAO-OIÓIH UIoL
POI IFHCW.1.-NU C°4 O("E.ACHfct T"6.tAAoa I fMA., XI20"

fr"e 210 K.g/cm•
: CGrn.rt.to Piod111 ~<f• •.Are.na ONe9a. Polpropano y AcllUvo (SP,41)
Cllin(Irlca de 10 X 20 — mlilkoa

RUtSI'(NCIA A IA OOMPAIISION OE TUttGOS CILINDRUCOS ASTM C 39 4CON INME.ft5'0N A \$VI.FATOS)

MM...~C•C.It"	ihl'• ..	1<l-d	Clltu•	C•10•	•C	II
PATROH III-C. poli,_,_,_,_,_,_• T-1	2<ll1Qf20	00	... a*	t41111J	110	II
PAf"ftÓH	?<U1QI20					III
30" ij|OU-n T-1			UI2. 12	110		
P.-TMOtf	2•it<WO	00	•5:JH	10000	200	00
101l poli-o 1'-t	a.4/ot.fO	00	•ns	999		III
PATROH IK t !l'olt~JINIO 1'-1	IAJtOI'20	00	f11•	11_	000	III
191' ft'AtAt>ff pollfN'Ot,_,_,_1 ~			f			

Whí li fNI : e u u' " 1
iÓR-c:E AP -- " fii' J.
•NO 1 " ru b, 1

LIMA ~ Las ~"910!1n Mz. H! LI N• 3 -U.b L° Jazl\N- dB-ill'ljal-S MP •T.. 101) •Rli-0702d..t. 9otl8 339 871o965 00~ 720
B,t,GUA AMAZONIS. Jr M,>~*e., o.,. N' •OO I Col 911 138046 • TU~11IES-TUMfIES: ~ l\cIl••N' 6J2 • Col 985 031 720
JA.tN .. CAJAh4ARCA CaM• LOI la\,fitu N• 810 • Sec:l Motro Sol.u • Cft 9ft!j 034 TIO
E , ..all .cj""@wr°""l'105,tC er>m

13141.1 1.1 13'3.0?1

-AHai...is OC IAS - VMi.cAktICAS OQ. QJ)MCAETO F"C. ~** KO ,ar oün LANJICION OIL
~"CNO~ IIFVitFM- T~ UliiAA.. J82r

:Pc210 ~

: ~ IO.Ptednl cfla! ec'. Ar9n.e añ.... Polilp. 0,0 ono y AditlYO(SP"")

Clondnw de 10 X 20 -

RCSlsttHCIA A LA COMPIif.SOOH IK TU'rIGOS CIUNDRICOS ASfM CU 4CO.O INM(IOSIC)N A SU<FATOSI

ea...	11"4.aciM	CyMq...	Jt.IIQT19	t'4't-O17t	2411@0	PA.TIIIOH
.....
.....
.....
.....
.....

ióRGE A -1-1 0

N

MGUA·AMAZOHAS .Jt — dODom...oIOO' Cei flll 138046 • T~S. TLU(IES.Jt fIMQ3.Ino
LIMA Cdelalobqn<•IIMMZ.HIU N"3-- LOSJGtMI•d<l -SMPk11 (O1P~TIX1/Cá lleS33!11711lleSQ3.l 720
JAEN CA.JMIARCA Can. LOS 1- N" 810ras- , ce - 03<no Cei
E...._ od, - , l df 2 ?C.carlll

WRC INGED S.A.c:

INCENIERIR Y CEDTECNIA

-STUDIDS - PRDI:fGC ROS
5Uilil..OS - conCAETO - ASFALTO

IOtCITA ~ IOt#tIA H /dlftA
 NN"AH ~ &CtICAtA.
 11.sa ~ Of V.. f..A& Y WC".Al«.M IDrA et..a..:TOr'C- tt* MOtCW CONLA- QIL -
 CCJItC.-ffW_"lfr
 ~ OC:IUIIMr.-..

:re210 ~
 :~d- "Y~Gn.leM
 :~ 1ox20~



UIAAGIlelao~IL?,HIUH'S Urb.loo_do... jal-S.UP. "9 IC)IJ ~ I<i:i 988:sJ9871/0-w720
 llAG:IA·AMAZONAS:" ,,,_OoClosN"400 1 c.i t7Ii3SCM8 • ruuoCS 1\AlICS Jr _,-_ • c.i teSa:l<no
 JAEH-CAJ4MAACA: e-. Loo~ H' 810-S.S Mom>SOiar • Cd 95503< 720
 E... aot:ft acj a-ti

i;

pollpr:o-0 T-1

PA_ fl'Olltwo..it- T-1

?111t20

?rt*ao

é-~ t

~INGE yGEOIE ilo.SA e
JÓRGr2j... -!f.w,,t.ó
.e za

LIMA Ciiiio l• Uog:>oliaa Mz HI II N'3 -IJltl. loa Ja:mi.- de_.,.j.j S.M.P • Tolf í01)48~102l CctI 118333.9 171l DbSOJ.I72<!
81\GUA ~S J. Mod>9<1eo,,,W4!Q / Cd 9711J800IB • IVMBLS-IUWIES;~: ll<•-N"fi32 • Cd 985034720
JA(N ·CA.IIIMARCA Callole. l.a:... P.s N'870 • Sod. MumI S<>I« • Cc:l. OMOJ.1120
E m.,n 111ilTI@HrPn~ corn

Lif.I.L. Col!o Lao M.lftcd.1' Mz. HI IL N'J Utb la. J,tmwtn do NarM'jal S." P •1•11 tOll •ll">OT021Col 966 33~ 811/985 0J.4 720
BAGUA .AMAZONAS JI Movlr~d(>OlosN".l'IO 1 C.l A711381>46 • ll.WJHES-T\JMBESJr Il611-N'1532 •Col 98503A720
.JM..P+ * ~ Coltt los 1*Jltelee N" 870 ..S<t Mntn>Salar • Caf 9n5 034 720
E rrt.,ll illdrn@WIOIQ""l"IC-CJIT'1



Ficha Técnica

CEMENTO ANDINO PREMIUM

Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Formato de Distribución:

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



Recomendaciones

Dosificación:

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

Manipulación:

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

Almacenamiento:

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

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-134.009 / ASTM C-150 vs, Cemento Andino Premium



Contenido de aire

Propiedades físicas y químicas

	NTP-334.009 / ASTM C-150	NTP-334.009 / ASTM C-150	Cemento Andino Premium
Expansión autoclave	0.08	Máximo 0.08	Máximo 0.08
Superficie específica	36'	Mínimo 260	Mínimo 260
Densidad	3.15	No específica	No específica
Resistencia a la compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	2.74	Mínimo 12.2	Mínimo 12.2
Resistencia a la compresión a 7 días	340	Mínimo 19'	Mínimo 19'
Resistencia a la compresión a 28 días	4A0	Mínimo 2as	Mínimo 2as
Contenido de agua			
Fracción de agua libre	mln	Mínimo 4S	Mínimo 4S
Fracción de agua libre	mln	Mínimo 3:7S	Mínimo 3:7S
Composición Química			
MgO	%	Máximo 6.0	Máximo 6.0
SO ₃	%	Máximo 3.0	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	Máximo 3.0	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	Máximo 1S	Máximo 1S
Fases M _n			
C2S	%	No específica	No específica
C3S	%	No específica	No específica
C3A	%	No específica	No específica
CAAF	%	No específica	No específica
Aire incorporado			
Contenido de aire incorporado	0.47	Mínimo 0.60	Mínimo 0.60
Resistencia a los sulfatos	0.083	Mínimo 0.60	Mínimo 0.60

•Requisito opcional



SP-4

PLASTIFICANTE/REDUCTOR DE AGUA



El SP-4 es un aditivo líquido hecho con materias primas de alta calidad y tecnología, permite reducir el porcentaje de agua de la mezcla de concreto o mortero a realizar.

Según las normas ASIM C49-4 y NTP 334.088* cumple con la clasificación TIPO F - Aditivo Reductor de Agua de Alto Rango.

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS

- Incrementa la densidad de las partículas de cemento disminuyendo la porosidad.
- Permite una optimización del costo de producción de concreto.
- Brinda un incremento en las resistencias mecánicas.
- Debido a su composición química brinda una adecuada cohesividad en la mezcla de concreto o mortero.
- No retarda el proceso de fraguado.
- Brinda una mejora en la durabilidad debido a la reducción de la permeabilidad en la mezcla de concreto.
- Elimina los problemas de corrosión.

CAMPOS DE APLICACIÓN

El SP-4 puede ser utilizado en concretos convencionales, ya sea premezclado o labotado en obra. Se considera indispensable su uso en mezclas que requieran una mayor fluidez sin afectar las resistencias o cuando se requiere una mayor resistencia manteniendo una consistencia de trabajo. También puede ser utilizado para el reemplazo de concreto en obras.

El SP-4 puede ser utilizado en dosis desde 0.3% a 2% con respecto al peso del cemento. Se recomienda realizar pruebas previas para validar la dosis óptima. El producto debe ser diluido en el agua efectivamente durante el proceso de mezclado.

Estas recomendaciones pueden sufrir modificaciones debido a las condiciones de mezcla y/o incorrecta medición de ese, Por lo tanto, recomendamos a nuestros asociados a utilizar el ULMEN.

PROPIEDADES FÍSICAS

Apariencia	Líquida
Color	Café Oscuro
Densidad	1,23 ± 0,02 g/ml

PRESENTACIÓN

Se suministra en:

- 18 Litros de 1200 Litros
- Cisternas de 220 Litros
- Galtones de 60 Litros
- Baldes de 20 Litros

DURACIÓN Y ALMACENAMIENTO

6 meses almacenado en un lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Para información y consejo sobre seguridad, la manipulación y disposición de productos químicos, los usuarios deben referirse a la Hoja de Datos de Seguridad de los productos, la cual contiene datos técnicos, ecológicos y otros datos relativos a la seguridad.

Cooperativa las Vertientes, Calle 4, Mz C-1 Sub Ilt 2-F Villa El Salvador - Lima

Teléfonos (01) 719-4126 / 719-4127

www.cognosblettthnologies.com

www.ulmen.d

atencioncliente@ulmen.d

NOTICE: This standard has either been superseded and replaced by a new version or withdrawn. Contact ASTM International (www.astm.org) for the latest information



Designation: C 566 – 97

Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying¹

This standard is issued under the fixed designation C 566; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of the percentage of evaporable moisture in a sample of aggregate by drying, both surface moisture and moisture in the pores of the aggregate. Some aggregate may contain water that is chemically combined with the minerals in the aggregate. Such water is not evaporable and is not included in the percentage determined by this test method.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values stated in parentheses are provided for information only.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. For specific precautionary statements, see 5.3.1, 7.2.1, and 7.3.1.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- C 29/C 29M Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate²
- C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates²
- C 127 Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate²
- C 128 Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate²
- C 670 Practice for Preparing Precision Statements for Test Methods for Construction Materials²
- D 75 Practice for Sampling Aggregates³
- E 11 Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes²

2.2 Other Document:

National Research Council Report SHRP-P-619⁴

3. Terminology

3.1 Definitions:

3.1.1 For definitions of terms used in this test method, refer to Terminology C 125.

4. Significance and Use

4.1 This test method is sufficiently accurate for usual purposes, such as adjusting batch quantities of ingredients for concrete. It will generally measure the moisture in the test sample more reliably than the sample can be made to represent the aggregate supply. In cases where the aggregate itself is altered by heat, or where more refined measurement is required, the test should be conducted using a ventilated, controlled temperature oven.

4.2 Large particles of coarse aggregate, especially those larger than 50 mm (2 in.), will require greater time for the moisture to travel from the interior of the particle to the surface. The user of this test method should determine by trial if rapid drying methods provide sufficient accuracy for the intended use when drying large size particles.

5. Apparatus

5.1 *Balance*—A balance or scale accurate, readable, and sensitive to within 0.1 % of the test load at any point within the range of use. Within any interval equal to 10 % of the capacity of the balance or scale used to determine mass, the load indication shall be accurate within 0.1 % of the difference in masses.

5.2 *Source of Heat*—A ventilated oven capable of maintaining the temperature surrounding the sample at $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$). Where close control of the temperature is not required (see 4.1), other suitable sources of heat may be used, such as an electric or gas hot plate, electric heat lamps, or a ventilated microwave oven.

5.3 *Sample Container*—A container not affected by the heat, and of sufficient volume to contain the sample without danger

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C-9 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.20 on Normal Weight Aggregates.

Current edition approved Jan. 10, 1997. Published March 1997. Originally issued as C 566 – 65 T. Last previous edition C 566 – 96.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.03.

⁴ Available from the National Research Council, 2101 Constitution Ave., N.W., Washington, DC 20418.

Anexo 11: ASTM C 33.

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: C33/C33M – 18

Standard Specification for Concrete Aggregates¹

This standard is issued under the fixed designation C33/C33M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope*

1.1 This specification defines the requirements for grading and quality of fine and coarse aggregate (other than lightweight or heavyweight aggregate) for use in concrete.²

1.2 This specification is for use by a contractor, concrete supplier, or other purchaser as part of the purchase document describing the material to be furnished.

NOTE 1—This specification is regarded as adequate to ensure satisfactory materials for most concrete. It is recognized that, for certain work or in certain regions, it may be either more or less restrictive than needed. For example, where aesthetics are important, more restrictive limits may be considered regarding impurities that would stain the concrete surface. The specifier should ascertain that aggregates specified are or can be made available in the area of the work, with regard to grading, physical, or chemical properties, or combination thereof.

1.3 This specification is also for use in project specifications to define the quality of aggregate, the nominal maximum size of the aggregate, and other specific grading requirements. Those responsible for selecting the proportions for the concrete mixture shall have the responsibility of determining the proportions of fine and coarse aggregate and the addition of blending aggregate sizes if required or approved.

1.4 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

1.5 The text of this standard references notes and footnotes which provide explanatory material. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of this standard.

1.6 *This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standard-*

ization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:³

- C29/C29M Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate
- C40/C40M Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete
- C87/C87M Test Method for Effect of Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar
- C88 Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate
- C117 Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing
- C123/C123M Test Method for Lightweight Particles in Aggregate
- C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates
- C131/C131M Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- C136/C136M Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
- C142/C142M Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates
- C294 Descriptive Nomenclature for Constituents of Concrete Aggregates
- C295/C295M Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete
- C330/C330M Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete
- C331/C331M Specification for Lightweight Aggregates for Concrete Masonry Units
- C332 Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.20 on Aggregates.

Current edition approved March 15, 2018. Published April 2018. Originally approved in 1921. Last previous edition approved in 2016 as C33/C33M – 16¹. DOI: 10.1520/C0033_C0033M-18.

² For lightweight aggregates, see Specifications C330/C330M, C331/C331M, and C332; for heavyweight aggregates see Specification C637 and Descriptive Nomenclature C638.

³ For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

*A Summary of Changes section appears at the end of this standard

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19380-2950, United States

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Tue Nov 26 15:19:07 EST 2019

Downloaded/printed by

Pontificia Universidad Católica del Perú (Pontificia Universidad Católica del Perú) pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.

tholiC st.o-'D In 0.1. ••l•b thxnc'- Dlod:ukl4 .t.l.l.l be not le'''
than ?..3 DCIF more th.ln .J 1.

o.3 f.:lnc aipYptc hl.l1'o; 10 nX'n lbC."C ~ require:
m<nb .bot.U mcct thC l" CqVlttlICnlS o(th&Jl)Q:\,00 prO\,ard l.bal
the su;ipl.cr c... dctnomtnite .., lhc pun:h...sa- « ~Jlcr tb&l
c~mc of tbc cb» spc:\.l.tted. mlllk...-gh fmc •Q;R"pic: unJa
COLlütdaulion. wall hoa\T n_!c;,-... propertK'-' (JCIC Note ~) lll
lc.ua ^{llllllla} 10 1bo:K or cooc~tc m* •itl) tbc wanr
tnjmhcnu. With dx cA.ccpCJun tb'''-thr rc:(at"occ 6K ~prj;.Jtc

7.1 t)rj;wIk l'''TUrlll'.l
7 1 t t·lnc q;t;n;,:alt 1haU be free o(InJutlum MllMln&J Of
~ lll...unhct.. l:U.ccpT ., bcre.10 pro' llkJ. ...n:-pu
ubjCC|cd 10 the k!ll íOf orjana: InpW'lljo ...d product; •
<'~.- J.da th.o the,j..,;jsh,jll be ,J<-;nl.

• f; R.. .. • e' - n-
— "llll srr f•.N.. '51"}I IID(lei

~ "r:ML.<.. •_.,;j, J\o••1.,t.-41'DT•l' l.
lls
r-u-.....-c--•l.....,1,.._l'_.....e--.....,_,_.....-io'''



r-u-c.

Anexo 12: ASTM C 127.

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: C127 – 15

Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate¹

This standard is issued under the fixed designation C127; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of relative density (specific gravity) and the absorption of coarse aggregates. The relative density (specific gravity), a dimensionless quantity, is expressed as oven-dry (OD), saturated-surface-dry (SSD), or as apparent relative density (apparent specific gravity). The OD relative density is determined after drying the aggregate. The SSD relative density and absorption are determined after soaking the aggregate in water for a prescribed duration.

1.2 This test method is not intended to be used with lightweight aggregates that comply with Specification C332 Group I aggregates.

1.3 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.4 The text of this test method references notes and footnotes that provide explanatory material. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of this test method.

1.5 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*²
C29/C29M Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.20 on Normal Weight Aggregates.

Current edition approved Jan. 1, 2015. Published March 2015. Originally approved in 1936. Last previous edition approved in 2012 as C127-12. DOI: 10.1520/C0127-15.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

C128 Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate

C136 Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

C330 Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete

C332 Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete

C566 Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying

C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

C702 Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size

D75 Practice for Sampling Aggregates

D448 Classification for Sizes of Aggregate for Road and Bridge Construction

E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

2.2 *AASHTO Standard:*

AASHTO T 85 Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate³

3. Terminology

3.1 For definition of terms used in this standard, refer to Terminology C125.

4. Summary of Test Method

4.1 A sample of aggregate is immersed in water for 24 ± 4 h to essentially fill the pores. It is then removed from the water, the water dried from the surface of the particles, and the mass determined. Subsequently, the volume of the sample is determined by the displacement of water method. Finally, the sample is oven-dried and the mass determined. Using the mass

³ Available from American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 444 N. Capitol St., NW, Suite 249, Washington, DC 20001, <http://www.transportation.org>.

tlx perc-enta;e of m:Jtaia.l in cach ssze úxtion. ig:non.- lbc: qu:i.ntil)-of material finer lha.n lhr 4 75-mm (No. .J) sic've (or- l..JO..mm (No. 8) siC^\c •bai tb.zll seve is lISC'd la accmú.mcc 'A'ith 72).

.so.:_ 1~Wko• ~!' CCKInt~ ~pW of ~ imm.- sU,ir ~ brp- iICM.... P;C,.. -y be-.. c°""*iftlt °o po:min. di.e Rjl on: . . . Mlh F"" ..S dw ~ cihllwd e~ k

1. Prottdu:r.

8.1 Ory the test S3mpk in lJx 0\~nl IO roas&:mt U'IISS al :t tempemrue of JJO= 5 ..C. coot in air at room temperature f0f 1 to 3 b for lesl samples of 31.5-mm 111~) DOCllld<ll muimum sitt. or loo~crfor ~ sizrs unril the app.:ple h2' coolcd to <i tanpc:r:1tuK tboit is comforbbk ro baidic (approx- imaccly .50 ect. Subsequendy i.mmc:r'SC' tht ~rcg.3le ill ~a.ter ~t room 1mqxn.la:n- ror a period of 24 = 4 h. \\\bien Specific:atian C.IJ<) or Specificahon Q3J_ C.OUp D ligbl•Tl;bc ;a:pC~31CS are esed, unmerse thc ~pqOUC' in w.ata m room LC'mprabltt (ur ai pcriod of 71 = 4 b. Sttain~ for• lc:ast OOCmdwk C^\Cf) 24 b.

82 weee thc ahsorptioo lIod retative dcosily tspeccifk ~ra..ity) *':Üocs are to be used in proportioni~ ooocrete mixtures in .,~hich thc aggregales wiJ be in lhcil' naturall) moist coodition. the mjw.rcmcnl in ~1 far initial dtýi.n~U optioa..ll. sed, if d:ic suó:jcc:s of tM pricks iill thC's:unplt have be-en kcpt coalmoosly wet unuJ kS&cd, thc requiremea& di 8 l for 1-4 = 4 h or 71 :: 4 b soaknt is also opoóm.L

~ J~lluc!! for ~~- rdlll9.-e J~ t."pealioc J!fl"iry• 1SSD* mllly be WE•fii..._tly h... for- llfFr-* aot dnal bd~ ~ (c. W - -•!ERE*~ -qcc" °00111 & + TIU a:"IptOillly ... al jwucb Lwfo:"S" .. 7S - ~ ftiw: wj... aay nm tic: ilbk tp l -- llw flO"" of the pMudc i• ppt...ribe.d ***** ..

8.3 Rano,c tbc lltst sampk from the ~.a.Jetmd roUd in a l:u:j-c nbsorbc:bl datb umi:Jall \iStble films of ..._a 3ic rtmo)\-cd. \VipC' lIx l~cr particks mdi..iduOllJ). A ruo\irlg Sl:re.ltn Of nir IS JCrmi.Ut'd to assist ia Me,dt),i.n.g opttaboo... Takc- care to al"O.d C^\apOnllOG of ,...~.cr from ~~ple porc'-S dung the .surf.acc-«}-ing ope:~ioa. Octc:rmi0C' tk mus of lhc test S'.impk 10 thc s;minkd surface-ds} cooditao.. Record lhis aod: alJ subsequcal masSIC's to lbe ncanst 0..5 i; ar 0.05 'if or lbc tiample mllL .. ruche, a is ;:R"a.tcr

8.4 AJcr detenn.nin~ thc mass in .air. immcd.&:;ttrlypbcc thc s:itunkd-swfac--drr test sampk in tht um:pk oootaina W dclc:nninr its :ippa<ol mas:s 10 •ata 4ll 23 -: 2.0 •C. Tate c:arc to rccqo~ an cotnlppt'd air before- dell"~ its mass b} shatia; tbc coaWner u; hile im:mersC'd.

So. 'The cklkft:neeiw:...-u ..dw - . -- ' di.l m;mi wlv:" dMo



CO'ft il Mill liae- test QQ:flfir wb.W

U,,,.. i. ~~ cbe - Of~ 6iip&xcd ity-lbc ~ '-Tlw cuaw- tilloldJ be- WIMkiw:d jo ' dcpIII •llicw• k1 V...~... die c~r W1+41tt.. -•w:e .., ~ die ~ a.o.Id tic die ~ pnicllnil - IO Ofa ..,..Qf *...:rw d am,...

to .3 h. or-anil t.bc ~W~ale has coolcd k> a lc:mpentUtt lhai is C'OO.lfClfUbkto bu.ndJc (approximatdy 50 -e).. md d:c:tami.nc: d>e ,,..._

9. Cakulationoos

9.1 RdarñY Dnuit;t tSpttcific Gnn-UyJ:

9.1.I Rt'lath"t °""IUUJ (Spttific Gnnil)J IODJ-Calcolalc lbt: ~bti~ densif)' (speclfk p-t'ily) oo tbc basis or °.cn-dry .a.:P't'P"" .u foU~--s:

Rdai ..Edt.Mry (JIII'«Ú« IRaV~1 100 =.111B - e1 f l , "hctt: A = mas of O\en-dry IC'st sample in a.tt. g. B = mass of satur.it.Od-suñllCc-dry test sample in .air. ~ a;nd e = iipparcot nuss of sutur.aled lc:st sampie in v.-;ifer. ,.

9.1.? Rt'atill'f Dm.nJ) (Sptt;jit: Grm-1tyJ /SSD)--C:lku.la- tbc rt:l3li\c density tspenfic gra:t'itya on lbc b:asis of s.uun1cd- smf11CC.dry a~ a< follo's:

R.c.-blfii: .., (tp<liic pa..-yf fSSD) = a'll.a - e 1? :

9.1.J)tparr111 Rt'laJ;, r Jñntuty fSpttific Gro1-ityl- Cakubk tbc apparm l n:btive densd} fspeccific p;i.,i.tyt .as rotlows:

.App:ft .. ~bit~ deMl-y ltpe06c E""ryl =.VI. • - CI 1J

9.1 Alvugt' Rt'latnY Densil) (Spn-i}ic Gro,Il)J l&w.1-lf tbc umple •S tesacd. separac: siu- fDctiollS. compuk thc jal'era~c va'lucs fe.- rda.tl\c dmsity (spo:ific p-av~) of tbc sar fractioa computed in ~ •itb 9.1 asin~ lhc folknr.in; C<!"*****

e:-----P:-- P. t- A- XI J IOOG,*100G,- IOOG*

•lxrc:

G = "Cat;c rebti"C dalsity (speccifk pa.,ity). A.U fomtS of expri:moa of ri:lati\c dcn:sity (s:pecific gn,ityl can bC' .l\Cr.lfecl in ths ,.,.,.,.e = appari• a~<"C relai,-e dc-nsdy ts.pcrific :;a,• lty)Qucs for each sixc fract.oadepecd- i.n; oo thc trpe of rchibvc deos.ay (specific ;ni.,tyl bc:in; a'•eru; .cd. and P; P:~ P. = tmas.S pl~ of e;icb sizr fractiOD prn- C'III in dx oria;i,i.o.alsampk foot includin;; tiDCT m.Mcnul-SC'c ; .ti.

9.1 Absorptúw--Calcu:hate thC' penxol~ el absarplion. as roUo--os:

Atwww...j — q =(14- .~t/\)"" ICIO 191

...cn~C" Olf tbc "a.IUN :as oompued in 0.3. •-c:i;i;htcd in

9.1 As-e-rast Absorption lér/w-lf IM sampk i" trsted ia Kpolr.ik s&t fnictions.. lhc ;;&\~e ;jbsorptionQ!uc L" thc

propon.ton to dx mas:s ~sol c3Cb Azcfractionprncnl in ttic.ori_einal s:unpk IDO& ioccludinf fina nt.aicrial-sce ~..l> :as

df«U

S..5 0ry U)!! ICSI sampk: in lbc 0\CO •o COIUlant mass al a rol.lo-""S:
ltm~urc or J10 :: 5 -C. oool to ait. room lmlpt'al:U:rc l

■■■■~

~o+J ... AtSinMj. 'I'.U~I— — —«""_ tl :J.z.tOI D7t :. • _____

I.....,~.,.,-.....,.,.,_.....**IJ**.....~---,.,.,.,---,.,., ""'-. ,. -----

Anexo 13: ASTM C 128.

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: C128 – 15

Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate¹

This standard is issued under the fixed designation C128; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of relative density (specific gravity) and the absorption of fine aggregates. The relative density (specific gravity), a dimensionless quality, is expressed as oven-dry (OD), saturated-surface-dry (SSD), or as apparent relative density (specific gravity). The OD relative density is determined after drying the aggregate. The SSD relative density and absorption are determined after soaking the aggregate in water for a prescribed duration.

1.2 This test method is not intended to be used for lightweight aggregates that comply with Specification C332 Group I aggregates.

1.3 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.4 The text of this test method references notes and footnotes that provide explanatory material. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of this test method.

1.5 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:²

C29/C29M Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate

C70 Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate

C117 Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200)

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.20 on Normal Weight Aggregates.

Current edition approved Jan. 1, 2015. Published March 2015. Originally approved in 1936. Last previous edition approved in 2012 as C128-12. DOI: 10.1520/C0128-15.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

Sieve in Mineral Aggregates by Washing

C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

C127 Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate

C330 Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete

C332 Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete

C188 Test Method for Density of Hydraulic Cement

C566 Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying

C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

C702 Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size

C1252 Test Methods for Uncompacted Void Content of Fine Aggregate (as Influenced by Particle Shape, Surface Texture, and Grading) (Withdrawn 2015)³

D75 Practice for Sampling Aggregates

D854 Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

2.2 AASHTO Standard:

AASHTO T 84 Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregates⁴

3. Terminology

3.1 *Definitions*—For definitions of terms used in this standard, refer to Terminology C125.

4. Summary of Test Method

4.1 A sample of aggregate is immersed in water for 24 ± 4 h to essentially fill the pores. It is then removed from the water, the water is dried from the surface of the particles, and the mass determined. Subsequently, the sample (or a portion of it) is placed in a graduated container and the volume of the sample is determined by the gravimetric or volumetric method. Finally,

³ The last approved version of this historical standard is referenced on www.astm.org.

⁴ Available from American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 444 N. Capitol St., NW, Suite 249, Washington, DC 20001, <http://www.transportation.org>.

tbr ..:impk IS U"CO-Oficed UJld tllC' In4\$S drtmn.incJ -ll.. 1.1.Stllf. the mus ..:Jws llhu<l obtained uod fomailas ln t.bu tal mnbod. u L1 piJ:N.ibr to calcul.lllrc-h ..~ dcm1t) (SJ)C'Olkplll"lly •and abiorp!KIO

!, Slanffk• ...• •nd Lte

.S1 Rectllil\ C' den8d) (p(\.'*tk pa.0.1) l t. lhc rat• b/ mll» o/ •n IU""P" ro dle lft.alJ o(.. "<*imc of • a&i:t' c q~I 110 1bc' \l~U.luc ("<f lbc "SIR'tllk SWli...lcs: - \lftC,t rrlerrrd k'l the ~uuc ,ola:lnc- of the :aj;p-eptt ll balso c•m~al llI che r.illo o/ Lht drttf:MI) "" 1ht llpYptt pubcb to lhc ckn~y of werer OislanbcOll~ m.llk ~r.ttn l.hr deas.ly of a::tt'lIk p:utacle):anj tbc '-fk ck:n.lli) of .a~PC:OltU.as drtc:nnlncd b) Test ~IC'tbod C~IC'~M. wtich foelodes lht \DIU~ o/ ti'Dids bc-1-ua che-pcwtlcks of o;::tppacs..

.52 Rectllit" d'l'UtJ IS lJSC'd 10 ca.k:ubtc the \Olu:mc cce- picd b) the aun--alr in o,-atioosmit:tun:s: roa.ui.ru.n: ag::ttg:llle inc:fudi.Dg hydr:ndic ttmtll eeeeree. bdmiftous C'IIOCt'IC. ~ otha minores tb> art" proportion:c:d or ana.lyzrd oa :m:absolhte ,olurnt basu.. Rdati,-c deasity (specific bfa'ty) is :Uso used in the rornpuotion of "Oids in ~atC' m Test ~k:tbod C'l.Q/ C~<f and ill Test ~ktbod Cl.:Sl. RclLilivc density (sprific: ~~,~,-ity)SSD l is cscd in tht ck:tminalion oi surf.acc mol.'ihK cu lioc j;q;pc~;akb) duplaximnt of water tn Toa ~ict.bod. C"o Rd&!'< dcult) (spccisc pa.'ity) (SSD) is u.r:cd d tbc' aa;K;Ac ia 1.0 a s;i;LUr.tcd suX'XC~ coo'1.lt0a.tb:at U. lf lb ahsorpLKIQ.. beco t.ills.btd.. AJlaa.illi,cl). the rcbt.'c dms.ry ISp.x'ttle \tra,il)"t (OOl 11. w.cd for 1."UlllfU~.OOS•txa lbc autt;Mc b dry «a~ to be dry

\$' Appren& n:Lltl\C' dc:IU•1) 4~pc:l.:ll'k 'l'i""•t)I pol.1.~kt lhc ,,,iiti awlcft;li tu.lli; up t.hc 1."OCUblUCnt partu;k;... •Ji.;luduij llw pote "f>I.C ,.fth1n lhc p:nn.lc• lbll " ~I..c~ to ••lN' Thl• v&luc d noc >idely u•d tn cOI'JInk:hOO 1j.:ttsuk' lt~.hnoS)

54 At.orpc..... va.IUC"slfrc u~ li>1.ill01bte W cttJrin,c ln thc ntus or .lft .:tt:•c mlllCTUJ duc ID "llllC"~br-J in thc pott fipIC'1: -llh.tD the COft.'11.Jtuen pamcb, romra:rt'd 10 t.hr dt} cond.11.ton. if d ~ dcunN lhlll lhc ~e b.is hccn it corwi.:~l wa.tb •-arcr loai;: u100~ 10 s3bsf) most o/ thc :lbsorpcion potenhal. Tbc' l:t.bot31.Ory sbnchr for abwrpllon U t.h.d • t.:Jint'd iaftler' submer:in~ dr) :tUJC'g.jk: for // pttSC'J'ibcd period of timr. Ari;re~cs mi.ncd rrom bcto. lbe •.atc:r: bble oommonl) b.c ;i moistmC': conk'nl ge:1k'r tb.l.n the :lbsorption dcIamined by chis~ method. if as<d .,;lhcul opportunity to dry poor lo wc. Con,-ency. s01nc ~ates t.h:t M.,-C 00l beca continuousJy tWUn&llncd ai ;i moist condi:boo until used an llily to com;iin an amount of absori:lcd motstutt les:s th• tbc .!+b soak.td. condioo. For a.o ~ ~le that bu beca ln cioot.lcl "Lit! waerr anJ th.:la has free aiol.Jilatt on the particlc suñ.xa.. tbc percent~c o/ frcC' mol.stu~ u dñmnlned b) d«kM;t;8'. lhc absorptioo from the t0la.l moittutt conacat detc:rmuicd by Tesa ~tdhod C5na b) dr)lnj;

.S.S 1bc 'CfC'1'11 pn)(cdurn ducibcd 1n l.b.l.J t.c.&1 awthod ~ •.ul~bk fot dcIcmt11MO; lhc ~ no(•"l"C'IIlllCl tUI hJ,c hlJ ~UDllJ(1oaiq; odia l.b.an •he z.j.,h .ml. 'ui:h .. bu.i'l"4; •.icr « ' .wn1 i&a1un.tOn Tbc \ia.UCl. obu1nc.d fl'r.1bM)lpCK'ltf b) nthc.'r te• mcthodl ,.11 ~ dliff'fC'fll Itwn lhc \ahlci obt..1110Jr

r so c•...AllTM_1,u.-!-••• .. 11 :l a. brffl !

by lbc pn"JCNlxd 2:-3-h ~ u wi.ll tbc rebu'c dcm.il)' (sprofic pIIYlll)l fSSDI.

6.. \ppar•lm

b.l &latte:r-A, bilIMKc or ;aik laa,l~ a c~it)' ol l k j: m nl~. !C'fUll\C' U.I sor le."• .tind .:11..""V'ille •1tht.a 0.1 't' ol lhc tcll k..l 11 U) potnl •tthin lhc' nni:c " vsc for th.lll lo& mtdlOli. Wlthln •n) S(t).)' r.n:c o/ IC.\load. • J1ft'c:rc:nt hcl"\'cn rei..Jl.a. • .jb.Jl tC' ~("U.DC< •1lhJa 0.1 j:..

o.?: 1;... "" úor Llc> GnnUMtn. """"W...A lbd « öcht' Ju.lbbic -:ontlsntt101.0wbil.h lhc fnc a~t.c' t~.a s;mpk CIII be reacW) .nunduccd aDd 111 •hich thc volumc coment can be n:-produccd with.Jn -- O l cm' The u.mC' o/ lbe cont:útt'n filled 10 m:al slulJ be ac lcM:t 50 " gtt:llC'I" t'lun tbc úp'x'c requind to accammod;jtC"thr 101 SMnpk. A \olu- meuc lb.st of 50Ck"m"e.apucicy or a fruiJ ur liu.cd ...,itb • pynromett top -is Satisfactory (On :1 ~ =ksi sampk of most fine a~tt~atc:s..

o..J Flask-tfor UR .,itJ \bl.,.,.,ric Procnhl.n~A Le Ch3t- clier flask as dr:scribed in Test~tdhodCl.&8 is s:aisf~twy íoc" :m appni.m;itd)' 55-g test sa.mpk.

6.t ~fu/J tmJ TaMp<ftW Slitfact \loisJL« Tts,J-TbcllC'tul naold shoal be ia lhr roan or a frusllml ot ~ cooc ,.llb cbmcsiom u fo{oor.-s: -1-0 2 3-mm (115.dc-di..amcke" at lbc top. QO:;. J..mm&mide Wmn(k:r .ad tbc: boa.ool. .and 75 : J DIII id hci;jbl. • 1th t.bc mct.al ha.,ia;: 11 mi:nint)lm duckll("\$S olO.S rnm. Tltc lnetll i.am.per !!hall boi"e a mati., o/ J.40 ~ 1S • ..ad a Aa& etrcul• Lmtptnj r.ia: 2.5 ~) mrrn to d.. meter

D.S OInt-All o'm o/ a.u.ftklen l'LC. 1" .llp'tNC' << ~.tn~ii- ia; a l,&lllOfn' lctnpr.)IU~ Ot t'io • ' e fl.\O ... 9 F)

7. Sampln:a

7.1 S:ainplt lhc l'#;t'C'.~lle,n at:11.oni.lnce ""b Pr..ll< 0" n.oroui=hly rn- lhc t.lmrh and f:JU« ll 1.0 uh..aiA ll kM q>n'.ltnCD Oí 'l'Clfo~lm:atCl)' 1 .., U>.ID' thc :lpllcll'blC' rrocc- dnn'llo dnaibt-J 1n Pna~ C"11:?

8. PnparatJoo ol 'tst Speoctme.n

8.1 Plai..~ thC' IC'SI specimen ln• suuihle pan or \tsSCI Md di) in the o\cn 10 c.:Of:Sunl mus at a tc:mper.ltlrc: o/ 110 ~ S =e 4730 : 9 "FJ..A10'!i ll to cool to comforubk bandln: tC'mper.tun: fiapprm..ilmldy 50 "Cl. CO\tr wu.b•~rrr. citha by imo:iersion ar by the addit.ioo. o/ et kasi 6 ~ moisture to the- line a~c~ale.. and permit to stand foc 1-1 = 4 h. \ÜC'n Spccificatioa C330 or Spccic6c.aboa C.331 Group U li;bt~d~ j;:pquillCS l'f' mcd. immerse tbc ag~e tn •.:ttra room temperature for n pcnod of 7~ : 4 h. stun.g for al kas\ ooc IIIIDUK C\cry :4 ia.

8.1.I \bien tbc .absorptio.n aod rel;lll.t" dcmi&y 4spn:16t.: pll"d)l \Ollw:s se to ~,JKd in proportjOGlnj; concn:tc nMt.IU~J. 10 •h idi lhc ~ •tll be ln tbc:r noatunallJ .-sa rond.10011. lhc fC'qU.wncal ln A l rur lnll.a.l dr)-1~ is opllurw.l. lllld. aftlx qufar.o of the pi1rt1..Je1 Jm the loOlnple-boi"C' b<n Upe ~:unuouow.ly ~e& wlll ll lctllCIS. tbc ft'qU.n.:mct11 111 I l fl.l.r 24 ~ t h ~a;: cw 7~ .. a h JJ abo q'tiOIUI

110111 1 \>rr. , "f••~..._ Wl' o-w. Jtwd ~.lJ) ISSO+ •T N •p•llk:niJ) ~ "f••~..._ Wl' o-w. Jtwd

kf ... , — — — — — i-&CQ^{12M}"*1dl* |

ti.2: OC'caot eacess wai&a wub cere to al-oMl bs of fines CKC' abo App.-nd& X1). sprQd lbc sampW: on a Oat nonabsoctx:nt suñxc eeposed IO a j;ml)' tDO\iif: cunml of "'oum a.a.r. Md. sur frqcucntl) to secrete h~cnrous dryi.D? Emioy mc-cb;;ioi-:ala.lb .uc:h u tumbli.nj. or .slllnnj; to —.M. in Un~ the sóll...-d 'wf.ICC-r) condiblIn. il dcsarcd. Conl.ms tbo opcnibun uaW dic 1a.1 JP<NIKD -,ppro.:hcs & frec-fkl.~mj condh.lt'Q. feTUO\ lhc pm.:c;lj,att **S.' IIIJdc:l<mcnc if 1'WfKc nk'!~urc u JliiU p~wnl thl: ron'ltucnt f:inc it;F,._te JHUIKk- t'Ljib) the firM II...J for 'IM'f- 1'001-'C'ltt •ben thm; 1 "llll ~ "UIf''''C --~ter la the k)I 'ft'(:nliCn Cc:uanuc W)-fnj • loh COM-1111 f:htnn, and le... ltl fra:uient lftlef ~) Utld th(tc\I 1hJi1.atct. ltuie the tp<1n~ t.. tt&bcd a .urfa:c.try fOQd!~ II0II If tlc til'SI11\11 Ot tht Miñ<'C' moit'''' IC'' in ind...:iln tlw fnC'lj;tutt 11 not prn~ un thc: wrf'•C. • h» been dneed pajt the •ur.aled uñ.cc-~dt) rondlloa to this; ux. lborof.i:~hl) ""\;a fe• mtllllln=s ol ••l<• ath ee ñne -Cfm.~l~ anJ pc.müt llic s~clmen 10 J.lImd an ll t:O\ntJ cooLll.no- (or /la man Thell ttwmr Uw: p'') (CU of ~.ni and lcsun:, at fmruent •nltn~L, for lhr amt't of lhc sarf,;1e-dt) rondition.

s.J *R.N* j.-, _s, ,rfat., .It<N.mtlf'--Hold lhc mokl firmly oe • smoot.h ftC.'IIIUbsorknt sertece •llh ll:k l-c dj;;me-fer down, Pbce a port.oa of lht p;artWly dritd fint' aurpcje ~I) in the nOld by fillang il to Oltttftowini and btaping .adadional ~cri:lS ~\~ tbt top of t'lk' molJ. by holdin.s il with the cupped fing:rs of cht bimd ldd~ thie mold. Li;btly ump &he ti.oc 3f:pq:llk: into tbc mold with IS hgtit drops IX tht bmpcr. Stan eacl& drop approxi.im:td) S mm aboVC' lht IOp surf-acc of the fine agpeprc. Pennit tbc bmpcr 10 tdl fr<l;y uodtt~ra\italiooa\lltmdioa oo cxb drop. Adjustl.bt sbring hec~t to lbc: ~.sutface dC\ation :uk:r each drop liad distnhcdcthe drops o: cr-the swface. Remo,c loose S0ltd from tht base md Uf the a.iold (Crtical). If .smfucC' moi.stun: is stth prsmL lhc ti.oc J~_rg;-ak ~..U n:taia tbc' molded Jbapc. Slight slumping of tlx molJcd fiDr ~e indicarrs thal it Jus rex.bcd a smface-drycoodition.

8- 'l Somcfine ~e •1lh j;ndomiwikl) .mi;ubr-shoaped pllrteks oc "1'b • hi&h proportioo oC fiixs docs. DOI shtmp ul tbc coor kSI u:poa rudliaf tbc ~ucc~ cooditian.. Test by droppn; • twDdlUJ oCt.bc fine ag;np&c from t.br cooc test, polO a .surf.lCc [f]fhl a. lacifkl ol 100 to 150 mm. and ~e for tines.bcwmnj; Mrbor- prc:Jcn~ of .tone tinn lDdl11;ales lb.u. prvblcm. for thoc m:trn:th. com.Jcr lhc ..11lun&t Mañ...c"*> coodtl.KJO u lhc po.OIN <De _;alc of lbc fl.DC .awc;atc: Jun'lp' "li;htl) upoo rt:OW\111' tbc mold_

~" ••C'IM> full-IIIJ "ikt • ""~ .. , toir.--' , ~ //>Prm t\Hrrt.J C'r•«' T.i.i .. FtU lhc &VRC molJ •1 dc~'l'bed " M 1 c,;ccpc Of&t) u.Je 10 din~ of thc- tampr \dd moo: llllc lol.u~:• H.nd u"C ll) d~ of the umpcr e;~la lbcn .JJ nuteruil l-O ~ llmc" u,lnj 1 llaj 1 d''f'l of lhc uIn)tf. rt-1'f)CC'11\ely ~el oa' lhc III.Ilr-IUI C\~Yn Y.Jth t.hr 'OP o(lhc mol.i, mnc'lC lo.""*m.uC'f'Wfrora tht NüC. and ld\ tbc mold \cn...;aUy

l~i Prtl'1SÍMal Sur(Jt~ r..nJ~lf III.rbonc fi.nell =stt ~ _hcnthc fioc ;i:~c is w..h th:it II •IU nol slump •hcn II .s 31 a moitutt ooidit.on. .add more moasturr to tbc !land, lltld.

c~...4SI"W ... ,pu , ~*1:~2•an lel • \ 0 e-...•l -u...~.-r..l-•i-....- f-t

al t.hc msiet uf thc surf~d:ry coodiboll. ... , ... shc h.a.od h.g.lMly jxat approl:unakly 100 ;; of thc: autai.al oo a IIÁ diry. cleu.. cbrt or duU ~ .surface sub• a shcd or nabber. • •-omo~Jdi.7.cd. ;;aJ,iuuzcd. m Mccl suña:c. or a bbck-pauKcJ lUC'l.11 surfacc. Afldr 1 kt J s. mDLJ e lhc finc~ll~fii&C'- tr notJcellbk moi~•rc-shows (JQ thc: tnl surf'lkc mon: ti.o 1 10 ~• thaa suri.;icc mou.tu~ U coo~dcrd co be pttKnl on lhc lule aj;~iTp_k, (JJ Colionmr1r1c~cdw-(• dctent.-d by K.i.ndbal ;mJ Lec. li.i.h•y Rexl11th Rtcuni ?>)01, p oM (-/I/M- rc:llli:hu; the Nluru&c:d ... [..-e-clr) cond.ition on • J.~;k .." m.111Cnal d1011 f'lunlp<c \ohcn 'Ad.. h.r6-fttu•b parcr l..t\cl.-c.-n ~ ulitdco surface ~ lhc m:ilcnlll unlll the pu.ac 11 JUSI tt'hd Vohctc thc paper ta\CI dOC'I ... •IRC• IO he ..cl;ln; Uf f'MiiUutt frtim lhc •ud:ux•o[the finco •'rcptt pJirt.Kkj_

.. Plwtclure

9.1 Ttsl b) C'athit lhc ;;nvunetric pttkcdutt 'n V:?' " lhc \0tumcInc pm<d~ in 9 .1, \late IIU dC'cmur:ution of m;i:u IOO.1 :-.

9.:? Gnnl•nn.. tP)~"1M<l'rJ Pmt~liff.

9.21 P.:vtt.:lll) fiU thr P)Coometer•u.tb\~aCr. IntrodO« !!ito lbc pycoomc-kr 500 :: 10 t o(Siilar:ltC'd WñX't~dry fine ~k" pttpt:ittd 3s dit'sc:ñb:d M SC'ctioo ~. and 611 ~ith addil.IOaal _a.tc'r to approxunatdy 90 4:l- of opaciry. A!~i:lllc' the pyc:nomiek't as describd la. ~2-1.I (m;maall) or 9.1 12 -mtclunicaUy).

9.:2.1.1 ~t.maidly roll. i:m''Cn. or ~i&;i-thC' pycDOlld<r -oc use a combi.m:ion of these lldtons> llO cUminak" "i51blit .lr bubbles.

Non: 3-Abuut. 15 • 3)... ~)y~ O! • 1DdlD1-:.. dte'!, hbbic- by ~ k DiFs-EW op fill" ~ .., tbc pyc- a.i. btCll fou.S IO be w:of .. t dilpn\$! ik (- Ulll bo:ddcup..tlea dm...., illw ... ~ Opoc..m): a -SI ~ e(i.....,t .acohoi ...y be-eN lCi~ Ib- ÑN•)

9.:?...? ~1ccb:mtclÚI)'apu.tc thc pycOfoCIC'r b)- uk'm.al ...tna_m 10 II mlllllll:r-tb wJboon d~ the sampc. A IC\cl of aplalion aJJUSlcd toJlll-l SC'l inrili..idml puticles in mot.oo ls wl:Jirimt IO proco&c <<~ 1'thoul dc~radot.uoa. A IIIc- chlI.PK'al ,Platlr WU bC' oom.idCKd 11CCepl.tbk for wic tf oomp;ln'klO k.MS (oc t:Kb III.I'O)Oa:th pcrio(l Oí 11K „bCJ., \Ollbons lcSI! ~l tbc ~pt.blrr rm;c of l•o miulu: fdhl lodmaled im T.-ble 1 from thc n:sults ofnww..Jap&.11...oa on lk umr raMniJ.

o !.l Afkf <-hm.an.llllf all llr b..l~ adJU! lbc lanpra- lute of lhc: P)11.:fIQIDC:ICT anJ ti). tOOK:nU k) :30 • 1.0 C 1f IIC'Ce_ , > p&ru.al 11'.nmllmkwl iA cll"C'III•iaj ~*1<r. Alld Mn.;; thecr kcl in \her p)~'l'omt1tr IO ll ci.Jltl1<l (tp;ij.11). Dcticnline lhc: u,.,., n~ of lhr r)cl)(lmc&ct, •rc~Jnicn.. ntl IIIII

~ O!..l Rnnn/c 1bt fine ajpYCl* fNm lbc P)CDOmeter, dr)- • lht: O\Cn10 con~un1 miu." 4t a ttmpeflttIT or 111) ::; \$ e 4l.:0 = <> F), cool an :lf al room tenlper..a uF-c for 1 :; V, h., and dtccnn.nc tM m.o.s..

9.:?...4 DC'termioe tht: m_sss o(the P)'notnncr DlkJ w llS C''_l_bnf<f c:ip11CII)' •tlll wzICr .at ?..,0 ~ 20 C,

9.1 \f/tMr.rrir tU Chnl-tl~. Flad1 Prvc.-.b.r:r:

4. h. and AASJITOTest Method T 8-1 rcqu«es a sxumtoa p:eriod of 15 llo 19 h. lb.is diJramcc has been foud to h,i\~e :m. insipu.fic.W eñect on thc::precis.tOo indices. TbC' dau ltt 00soJ cu thC' analy~ ol eocre thm 100p;Utd test rclsults from. ;O to 100 llbc.n&ones..

1Z.1 BÜ.u-S1D1X therc ls no acceped refC'R'OC'C' matmal sud.~ roe dctnrun.l.11; tk bias ror thU ~ n:thod. no SU.kmenl oo. b.as is bci.Df~.

II. K,...wds

13.1 jbsorption~ aggl'C'~atr: app.tf'C'nl n:-l<lli,-e dens.ley: fine 41i;);rq.ak:: tda.b,-c drnsi.ty: spccific J;n'ilf

API'ENDL'U:S

XI- III(Q)'f&.IIAL DIFO:RL'"CES L:lb BULK ItCl..ATI\~i: O•:NSn"1' A..TID \8SOIUTIO~ DIE 'ro VRJ...S.K.~c...:(of) ':\IA.I"CRUL t"LT'D TIIA.. "1 75 ...

Xl.t ll h.J." been loud tb.d llw:IT ml)' be- ~j;IMtx:anl diG'C'fCfl(CJ en b.;i)k rllll&i(C dcru.d)' .. d ~..._ bc:l•ftn nee awepac MD1pk11 kllaed \\lb tbe m.i:t:na.l filXT th.o 75 ... fNo Z00, ~11111d lIOC pn:ollent '-" d1e 1.upkt. S.mpkJ from ..,bK_h !be m.lctWI fina !Nn 7\$ J.U11 • DUl ITIt'U\cd YMMI.I) Si'c a h.;hcr ~ lllld a ICJ\,cr bullr. rti:itl\c deaMI) con..-N -l&h ICShnj; llx Ji-OC-uneajjrcple ftoa:l "ti...ili the a~rul llnc'r iban 7.S µm tJ maimed fo!~ lllr the ~ or ~rcM t.lcthoJ e 117 SllR"l"ct ... ,b nwlcral h•XI lbt\ 7.S j.lm m.1) bu:;Jd up o teMtu~ ill'WIJ lht rooanct hnt "itIt~lc r.ut.:lc• dul\ng; lhc futí~C Jr) llj; proa:N The ttJ"uJI.1N reb1.1\c dcru.lt) uJ ~JrfiCtob 'hu 11 Jiuhkquentl)· 111(;:1:\Ured d. lh.lc ol the ~.rlomcnatJ iIMI 10111' Cd pan.i.1o Ukl no11~1 olthe plttml n.. wn:il I1IC'd.Wétt~c la ~Ion and rcl.:!1\it dcn.wty cJClenn.rICd between umpk• fnll'l' • 111.;h the n'-'":J t111(f ~ " µna ha\o-c "-. hcc."n tt1'Mcd Md t.AJnC)k• rrom wh...h the m.llkti..alItnc1 lh• 75 ..m tuñt been rcmo~-cd

t.kpcnds on both the alnoulll of the m.&Javl lllltt ..._ 75 fADl prcKBI :0Cl lhc- n.alurc of !be ln.l.cn..l Whm tbc matai.J finc-r di.,;n7!'i µm b lc::u !han about .a~ by nw.N. lhc d&ft"°"e la tēN\c' dc-m.t) between • .uhtd lAd un~oaMcd ..umple11 l.i k11• &tuiñ 0.03 Y."hen tbc rukri.al f1ncr tl\ a 7S J.Un i-\$ 'rukl" th:wa ~.bo\l 8 't b) IRU). die ddfc:"t:IXC.,. n:l.111(tc dmJ.11') obl... rxd bct~cca v.a~ anJ un•.hcJ J- n11) be- IM pcat a.i O.l1 11 hall hf:cn f"u.nJ Ih..l lhc- ttiiu\c dica•il)' 4k.1MOL.D<l oa nac ~pie from ...tuc:h tlw tt\11m.aa nm.-r Wn 7.S ..n bli9 be-e °CfñilJ-cd rwlor IO le"lhi mi."IT.ii"("Urak:l) rclk);~ lhc tclil1111\c dtrud) of d" m.l1.erial

"(L,l The llwIC'lloIJ ftAcf lha.n 75 j;im, 'Vikh 111 rt'FM\o\~cd. C.;ja t'C a~ 10 h.\c lhc lolaMC' td1111\c dren\It)' " lhf: hftC' .. #rCpt(' Ah(nMb)itly, lhc- rt'bl\o-CJCMII)' C~pec-lfk jnvtl) J o1lhc ll'.TWri.11 fitM.'f duo 7\$ 11m n..) be fu.n.hcr c'.altDtcJ u.üni: Tut ~IClhod 1)lil\4. ~c,n-. ttu; lc"1 dt1ennlfd:S tht- ~,.. rd..c.\c dt-nlld) iand """" the tiu1t tt11111,c dcn111t).

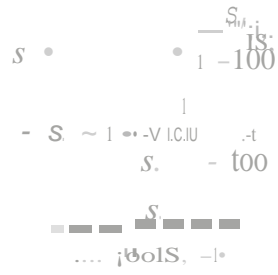
X-1. L"TIllllt---1-ATIO..SJfIPS Bl:n\ ~ IUI.ATI'J' O~!\w"TTI~ (SP; "ClnC CMA' ma. A~l) AK..~1tP'nO1' A..~o ..,1'~:11) I~ nst ItCTIIODS { 111 """) Cll:il

)Q J Th.ti appclldJx "n 11UtbtmaitlCa.l lnterttl.at..11Jnsht~ a.mon: lht tlutt 1)~ o(ttllltC dcru;ihn (spt"lhc P"ll"t.t-s) and~oo These tn:a) be uKful tn cbc-oi' lln.i thc c;~s-- timcy of reponed cbu or .cldcubt.Jn; 11 n!ix thn.l Ji Doll rroncd b) Uliin_g olher ttporlrd tbl.a.

X?..! \\"btcc

- S_ = ttbli"< Jr-ns:d) tspcc16c P"lfll)> tOD).
S. = ttbtJ\c densdy (speci6c ~ti)> (SSDt
S.. = app;mr:c:M rdative dt"nsiry tl1ppe1.rena "'-J)«lfic g;ra.vdyt., and
A = absorpt.lll&, ID _

C;Jcul111c: l.bc: \4duts: ol exb ~ foUO\lo""S:
.S.= 11 ~AJ•OO).S.. EX:: 1'



X? -' 1

<<:~:~:~"~A-\$"M...n...u. ---•- . :>..>4...r..n-i-llll"° S
..-- Utt1..-c---=11-...c-.i~...-•. _"#_

• C128-15

in ASntA*a... LINIsfil... fillhē... 9...01...stch... 16*...w

ill:rl:Wa...=ibfASTWA* WI tOOa.HMiort:JJIM. PO,..C10Q Wfn1Q1:4 i Ali 1:M21J-292f
or fill ~...:I 010-01 PZ' 4'UI 01 1- OT ~ fw ASTM'
:ZW D'W ~ Mii 01.w.J. ,. I o.tO-.....>-ttlftT:-----

pmctd:l~.lhc nlc:lh1J1T'f' \:lmf'l'n:.,m.ildlA; ñJ (.bn.aet0a
>ind lhc 11;t, tclllpc\|lU'c, MIS moeuun: .lffd..IMJM ~
CUIf~;

...1 Thlll kSI Includ ,, ulfkl IO dtkmlAac "PCU."C
sttngth or C)hndriclll spccinw:M prepwnl ud cwed • KCGf
dance wllh Pr.icbec1 C IJC \I~I C' iqx 10!l.I. C 01~. ..1
e !IJ IIC' !IJ L\|and Test ~lc1hods e..t~C.s.:I ad e i73.

..j; 1ñt rNULTi; Uf this test mbdod we esed as' Nsis fOF
—ly control of COCICIdr p~ mjuu: - pbcia:
operu.tion5: deknination of complj,.,.,. ilh Sp(dtK~
control for C\ulun1for tffttti\mtU of ~rmn: lllld 5llllljs
uses.

-14 Tht' indvtdu:tJ "ho lrsU COll(tte cyli:nJen (or .. ctp-
l.-ncr lChlln\$ ~h.)ll d'CCI lht (Of:h."TeIC bh<:LlOJ') etdlihr:..
RqUlrthC\lj t\Í Pnkll< e IOT7. In.:luJ..ac t\adDILcin
rcquarini rler~c. dentOMlnld lhat b n~ b) •
lnJepenJtnl c~llnuncr

~11. 1-C(rldklll10n fipvaklll lo ia.. =... ..\O
C.-relc utuoiwrr l'ei.ci.v.n., 1 • \O e.-. Snllfllli
T~ting Ttt~:ui will Htl1f7 dJuf req111.rc--.

S. Apparatus

S.1 Tstins iVfoehint'-Tbt tcsba: ~hioe WD be oC a
type: hving sufficitnl capxity md cap;lbk of P"O"Hfaa: r.tie
r:tlcs Ef loadin: presrtbed 10 7.5.

5.1.1 \trif' caJibnllioo or llt tcsnn:: m.xh.nN d a:n.--
d.'inct'vo ith Practices E -I, C'1<pt tbl IM 'enfij loidto; rM:e
dlall be M ITQuIml an ~.~ ~nñ.;11.1xia ll ttqenR _.,. dll:
f)tlown; condllion~

S.1.1.1 Al lcuJIM(ü.:Jl). hul n.it 10(~Ud 1i moeet..
~.1.1.1 On mls,ln.al ll1MML:Ldt00 IV ~ti) afkr tto.:>-
000.

5.1.1.3 Inuncdinkly afta INK.n; ""r-wi or ~
lhal eñect the oprntioo or tbc reee jpplyllé sysacm or tk
valucs displaycdoo the bid indJC<llU' SJSkm. at'Cpl raf iao
<djustntents lhj1' conprnsak' for tbt ma.u ol bC'ui; blocb ar
specime:n. or both. or

5.1.1 .j; wbenvertthere is ttaklll to suspni. dx arome) ol
lhr indicated lceds.

S.1.1.2 Dtsstf —Thr dcsr;n of lht m:dbne mm1 alude ehc
follo~ln: faIU~5;

S.1.1.1 IIC mxhinc m~1 be fl)'Acr DSI(nlc:d .S
ill'PIY the klllid (OfthUOU,f> l'illMr b t\k'fDDC"aat), md
"llhout ~O).k. If ll h.I.00.I) llfC ..W.n; icnrrt-i Ik
rt,lu~lnentlur7.~). ll'fml be pRJoajcd •ilh. ~
mc.ms for IO!ldln\$ ll ll ni.te ~tl.lbk t\onntaltoa. Tbrlll
supplnic:Mal mc.iru or '01'Wn~IN) be w h.a opr-
akd.

5.1.2.2 The sp.xc pro"i'dr: d fOF liesl spc"OmCm s.Wl k brt'(
eoough to occmmochtc. in a n.:wbbk poRtion. • dabc-
culibratioo de'ice v.hicgts of suffic'nt capacity eo covv drir
potential loading nmgc of tbc tl'stftg mx-hmr IDd 9ihl...il
complies y,11.h the: rcqujrcldt'D\ or Practice E ".1.

S.1nl 2-The)pc• ul d.l.: calilin- dnll:l'll - Mal.
:at.' ..j; """" rousllw.Uy .-1 (r1 llil' puJ09t • W dnll',
.. , iir' llUll CcII

S.1.1 Af,r1nKY-Tht' _~.,.,. ~I t\p' .iisa1
be ln Ik<<tJllllc ""ilh lhc (Oho•1n;

s l' 1 Tbc pm'(nl.a'c of mur rar the letal.h ""llhin ll<
prop)M'd ~ t,fUUC eJf lhc ltt.11nj; mldutl(~Nll nOI (\C<d

=lJl' l' o<lb< """""""" j. t.
'S.I.J.I The ~)' od' tbc: to,unj; m<tthinc '~ll be verflcJ
by 'TP)1"" 1,-c tcJl lo;ijJ ll four approxlm;itcly equ;tl
~maib in llk'cnd.Df mdr. Tlx diUCR"occbet• CCn .ny IV.U
sut'CO.siVC IOI So.ds sball nol cxtted one lhtd or the diJcr-
c&T bd•tta tbc maxum:nn and minimum kSt loads..

S.1.3.3 1bt 101 ~as indic-3.lcd by lbe ic.sting mochine nnd
dtt' applicdklad comprnd from the no:adinp ofthe "k'ilkalioo
dnicc dtan be <UWtd M e"1:b tesl pontt. ClJculalc the: <"ror,
E. .d dk' pttfttl~ of nrnr, EP. for clch point frnn llleS(
dm as foHtw.'i:

ll

••••

A • &o.i. Jhf" (L'J indClilkd b)• lhc: m1chinc bclnl, \cnlied.
..,j

B = app..d load. lbr iltNJ • d<lmnlcd by dl< cabhr:atin~
dt\i<.

5.1.3.4 The repon oa tbc ,crification af a testmg- machulC
sbjI S* within •bal loadJng nmgc ii •us found to conform
to spthficlicm rcqvircmcnb: mhcr lhan reponing: a bbnkd
a«C'JlIMltt or rJCCI!OI In no case shall the loadidg rjn~t' bc
sbilt'd U lklodin: ~ dt' - the v'nfuc \i11;:h is)00 lihCS
dar smallcq dUli;c of load cl>lm;hlc llh lhc l'itud:indteall:
llk<"Unainl o(lhc' lCMd'IC: mathIM IV lolJJ ~lthln th;U porllon
o(lhc ~ti'.j. IOt.1 of lhc' m.'lmum nin;:c Cit>.11.11).

S 1 J.S ll eo UK tJWI lhr loa.hnj filnj;c be •tllld iu
~ ao.t. ~ the ~(.., lo:Mi; nrplied d'infll;: che:
>OI~kll.

S.1.30 Tbc ..Lc wd load ur .ll to11Dj; 11\;klunc .shall not be
comctrd ather b) cü-a•aboo or by tbr ll.~ of a cllltbrallon
~ eo loui.o ,aJlJCS •llhin the rtqllired p:nnis.slbk

5.J The k'S6ft1: machiae shall be equipped with two steel
be.in: Wod:s•lth hardmed raen ISCltt 3~ ooc of•hicb is u
splicit:al} lliOkd b&od. that Y:)U be.. on the upper suñocc of
che JP<tm. aid lbt Olhc-r 1 salid block nn y,bich the
tpt(dl.nl slul! resL Bann: fihl..« or tht hlotkll dt.All havt fl
....., cLftlCMion at lcll;:d \ 't pnkr lh.ln tht dbmtlt t o(
die ~ to h: k'Jkd E. qic tor lhr Cll'III Centre lirtk1
dncnbtJ be Jo.. lht bcal' 1' "C' 1'h1tl not dep;in lh:lm n ll:lrte
b) lmlt" U UI•I ia. (00~ mml ln Jn) o in ll50 mml or
hlo.:b a la. 11.50 mm) •n d.iówncler or l.u;rc. ur b)'nl'lr' thnn
0.001... 10,01 ..j; .. lhr dunxttt oCllll) b~la block; llld
... blocb sbaU be maouf.-turt.d ••ilh in ooc halr ur lhi.s
~. \\ixm, dr di.amcter or lbc bc.u.in~ fruct or tbc:
~ sc:ated block actds the diatMer of lhc specin'lcñ
by mott cbaO..S ill. (13 mm~ roocnaic circle.s 00! mo~ thun
0..fU ia.(0.1nm] dccp ud. not mort lhan 0.0-1in ll mml y.,dc
sball be ias."ribcd' 10 rxiliwc propn CCflK'ring.

.... J-•ie """" lile berlllll L. .. ar bkcl• -j fOF
.. JIR(" - 11(c..... lurv't • Rock•dl h;llllfolll ni noa lt.,,lwl.

' 1.1 Bon• t(... lol<ll tNll ,on'l'l'm to lh(' followhnc:

Type 1
 — — **Dly wollfonnod**
 conf on bOlnend"- lMt
 then 1 ln. 126 mm) ol
 crack.,g uvough at~

Type 2
 Well-fonned c:one OC!OM
 W'd, ~tical crackt NMIW"O
 t.irough CIP~. no W^ot-
 dofined con• on other end

Type 3
 Cdumnar vMtiCfll crec:,dng
 1111oug+. both ~s. no "Mtl-
 fonnod etinO•

Type 4
 00Qot'lai fr'act'..Jf& Wlh NO
 ~ **Iluough ends:**
 tap Wlh h.ammerto
 dISlinguisfl from Type 1

Type 5
 Side fracture\$ 31 to? *or*
 bottoTn (occur ca. 110 of *tj*
 wth unbonded cape}

Type 6
 Sim'8r to Type 5 bul end
 of C)'lndef tS po~Hed

*tom.al.le sbut-o« of rbc kSlfa&-lnilCb...nt is pro!Mbite:dunhl tht
 load tus dropped to a '»uc thua U lcs.<l tb.wi 95 q of IM peak

8.~ 1f tbc specaeen ka~tbIO d&oo!dt"r- ntio is 1.75 ar jess.
 cceer llc rnull obuicad in 8 l b) rm.il:J~Y~ b) the

be-reore lhc uhutl.ife cap;it.lt? of lbc <pn:i.mco liwtJ bxn 11U.IUDCd..



lo.ad.. \\ben titsbn; •ilh unbmird caps~ a comer rrxlurc
 s.n>l.ir ID a T)"rr. S gr O p; 11ml sbtr:n b; i; ~ 1 11M) OCCUaf
 Coohauc C'vlnpm&"8; gr the 'pouTIC.n uatu the 'uxr • cert.f
 lb.a die ul.lm• c;apK1t) b;o been au.;a)DCd. Reco-d the
 mulmum load ciITic b) lhc ~llX'II dutulj lbc tN. ;and
 ~e «be l)'pc <I(rn.-w~ p.-iucm &t..".t.lrd1o; to l, l. If llK
 traci~ p;tkm .. 110t ODC of the l)pi;al p;illa'11J. (he)• n ln t l
 !. ~b wld dc-.:r<< htktl> lbc f~Nn ..,cu-rn. ir lhc
 mc:ajiuml ..WClth " kNrC't thaa c•pcC1Cd. CIMntne lhc fD,~
 tural l."Of(rt:IC and DIC thc: ~ (if •1~ .. \Pida.
 "Jence or ~;rcillll.on. "btlhn' fnlClutt• r;u• preJom...n.allty
 WPOnj lff thmu;h ll-C \:Oll'k iau<J.otlC piJU;(lcJ• .:anJ \C'fir)
 end ~paDIIOnj •<ft' 'C'tltdlacc Yltb Pr...ll(' e &17 of
 ~ 1 ll.c e 12\IIC' !. \N

uppropr.atr correctioo factor ~txi•n 111 lhc rolkw..n; table "'•te
 11•

Utc mkropol.at10n to Jctana.nc a1ntt1ioo r...1.on r,w LID
 \tuc:s bet'ftt<D lhcOIC'1\T:0 lb lhc Wible

S. ll Co•~"'' l..:t J(. ..,.....,~ 111 i.
 .. -i .. lr~l .. ""~ ..
 .. dw 1lit .. """"-OOlt ..,.,.11 l .., ..
 ..,.,.1a.111 ..,.,. 11;1,.,.,. 12) l..,1, J1Mm., 1~et ~l' , ~-~"''
 n..-..I.....t ~..ni. -0.) 11' ..,.,.t.lc to ..,.,. (*) if
 thir t-e "IICl.dlllf -.1 ft'f ..,.,. 1 ~ ..,.,. fr. • 111 tIXIO
 F- ll.& l> .d: Ml'l.t l pU ..,.,. Wflin 11- ol:l> f'l l'1 ~•~t
 ,.,.,.t.....-, nY) tot ~r th• ..,.,.l ..,.,.l•

8 l WhC":n FCqUIroi. c41.:ul.att thc dcm.t\ of the)lC(dmC'ft 10
 Lhc ftC'raSI 1 Jtwn'ttO k"m'l 3" foll<Wis•

&. C•kuJnlJon

8 l Ca.ica.LW the-C'OJhP"SI\C' tml:ili of the lftt"lmro b)
 <Lv.dini; IM m.ax..ma:mWd camcd b) tbc specillld. dunn: IM
 k':lt b) lhc cnrc c~iarul •ru det<:múft'd u de-

8.lrltott.F.M. ~ ~ J.O~ ..,.,. olc- ~nu-w e-



cribed in Section 10 and express the results in terms of
(0.1 Mpa).

10 psi

e.e.- 199.t. Pl' } Jt.III

Jmnut. \\\|1 ti. M- ',-~ ..Au-

•

NCIt



Anexo 15: ASTM C 143.

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: C143/C143M - 15a

Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete¹

This standard is issued under the fixed designation C143/C143M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last approval. A superscript symbol (°) indicates an editorial change since the last revision or approval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

1. Scope²

1.1 This test method covers determination of slump of hydraulic-cement concrete, both in the laboratory and in the field.

1.2 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

1.3 The text of this standard references notes and footnotes which provide explanatory material. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of the standard.

1.4 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. (Warning—Fresh hydraulic cementitious mixtures are caustic and may cause chemical burns to skin and tissue upon prolonged exposure.³)

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards⁴

- C11/C11M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
- C138/C138M Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete
- C172 Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete

C173/C173M Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method

C231 Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

D638 Test Method for Tensile Properties of Plastics

3. Summary of Test Method

3.1 A sample of freshly mixed concrete is placed and compacted by rodding in a mold shaped as the frustum of a cone. The mold is raised, and the concrete allowed to subside. The vertical distance between the original and displaced position of the center of the top surface of the concrete is measured and reported as the slump of the concrete.

4. Significance and Use

4.1 This test method is intended to provide the user with a procedure to determine slump of plastic hydraulic-cement concrete.

Note 1—This test method was originally developed to provide a technique to monitor the consistency of unhardened concrete. Under laboratory conditions, with strict control of all concrete materials, the slump is generally found to increase proportionally with the water content of a given concrete mixture, and thus to be inversely related to concrete strength. Under field conditions, however, such a strength relationship is not clearly and consistently shown. Care should therefore be taken in relating slump results obtained under field conditions to strength.

4.2 This test method is considered applicable to plastic concrete having coarse aggregate up to 1½ in. [37.5 mm] in size. If the coarse aggregate is larger than 1½ in. [37.5 mm] in size, the test method is applicable when it is performed on the fraction of concrete passing a 1½-in. [37.5-mm] sieve, with the larger aggregate being removed in accordance with the section titled "Additional Procedure for Large Maximum Size Aggregate Concrete" in Practice C172.

4.3 This test method is not considered applicable to non-plastic and non-cohesive concrete.

Note 2—Concrete having slumps less than ½ in. [12.5 mm] may not be adequately plastic and concretes having slumps greater than about 9 in. [230 mm] may not be adequately cohesive for this test to have significance. Caution should be exercised in interpreting such results.

¹A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

Copyright © ASTM International, 100 Bar Harbor Drive, PO Box C702, West Conshohocken, PA 19380-0202, United States.

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved). Tue May 26 18:18:39 EDT 2009

Downloaded from

Downloaded from <http://www.astm.org/> on 05/26/09 by [IP: 129.17.128.100]

5. Apparatus

5.1 **Mold**—The test specimen shall be formed in a mold made of metal or plastic not readily attacked by the cement paste. The mold shall be sufficiently rigid to maintain the specified dimensions and tolerances during use, resistant to impact forces, and shall be non-absorbent. Metal molds shall have an average thickness of not less than 0.060 in. [1.5 mm] with no individual thickness measurement less than 0.045 in. [1.15 mm]. Plastic molds shall be ABS plastic or equivalent (Note 3) with a minimum average wall thickness of 0.125 in. [3 mm], with no individual thickness measurement less than 0.100 in. [2.5 mm]. The manufacturer or supplier shall certify the materials used in mold construction are in compliance with the requirements of this test method. The mold shall be in the form of the lateral surface of the frustum of a cone with the base 8 in. [200 mm] in diameter, the top 4 in. [100 mm] in diameter, and the height 12 in. [300 mm]. Individual diameters and heights shall be within $\pm 1/8$ in. [3 mm] of the prescribed dimensions. The base and the top shall be open and parallel to each other and at right angles to the axis of the cone. The mold shall be provided with foot pieces and handles similar to those shown in Fig. 1. The mold shall be constructed without a seam. The interior of the mold shall be relatively smooth and free from projections. The mold shall be free from dents, deformation, or adhered mortar. A mold which clamps to a nonabsorbent base plate is acceptable instead of the one illustrated, provided the clamping arrangement is such that it

can be fully released without movement of the mold and the base is large enough to contain all of the slumped concrete in an acceptable test.

Note 3—ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) plastic exhibits the following minimum mechanical properties:

Tensile modulus of elasticity at 73 °F [23 °C]	200 000 psi	[1380 MPa]
Tensile strength (See Method C220) at 73 °F [23 °C]	20 000 psi	[138 MPa]
Percent elongation at break at 73 °F [23 °C]	40%	

5.1.1 Check and record conformance to the mold's specified dimensions when it is purchased or first placed in service and at least annually thereafter. To measure the top diameter, bottom diameter, and height, perform two measurements for each, approximately 90° apart, and record the results of each measurement. To verify mold thickness, perform two measurements approximately 180° apart at $1 \pm 1/8$ in. [25 ± 10 mm] from the top of the mold, two measurements approximately 180° apart at $1 \pm 1/8$ in. [25 ± 10 mm] from the bottom of the mold, and calculate the average of the four measurements.

5.2 **Tamping Rod**—A round, smooth, straight steel rod, with a 5/8 in. [16 mm] \pm 1/16 in. [2 mm] diameter. The length of the tamping rod shall be at least 4 in. [100 mm] greater than the depth of the mold in which rodding is being performed, but not greater than 24 in. [600 mm] in overall length (Note 4). The rod shall have the tamping end or both ends rounded to a hemispherical tip of the same diameter as the rod.

Note 4—A rod length of 35 in. [900 mm] to 24 in. [600 mm] meets the requirements of the following Practices C11/C11M, Test Method C130/C130M, Test Method C140/C140M, Test Method C173/C173M, and Test Method C234.

5.3 **Measuring Device**—A ruler, metal roll-up measuring tape, or similar rigid or semi-rigid length measuring instrument marked in increments of 1/8 in. [5 mm] or smaller. The instrument length shall be at least 12 in. [300 mm].

5.4 **Scoop**—of a size large enough so each amount of concrete obtained from the sampling receptacle is representative and small enough so it is not spilled during placement in the mold.

6. Sample

6.1 The sample of concrete from which test specimens are made shall be representative of the entire batch. It shall be obtained in accordance with Practice C172.

7. Procedure

7.1 Dampen the mold and place it on a rigid, flat, level, moist, nonabsorbent surface, free of vibration, and that is large enough to contain all of the slumped concrete. It shall be held firmly in place during filling and perimeter cleaning by the operator standing on the two foot pieces or by a clamping arrangement to a base plate as described in 5.1. From the sample of concrete obtained in accordance with Section 6, immediately fill the mold in three layers, each approximately one third the volume of the mold (See Note 5). Place the concrete in the mold using the scoop described in 5.4. Move

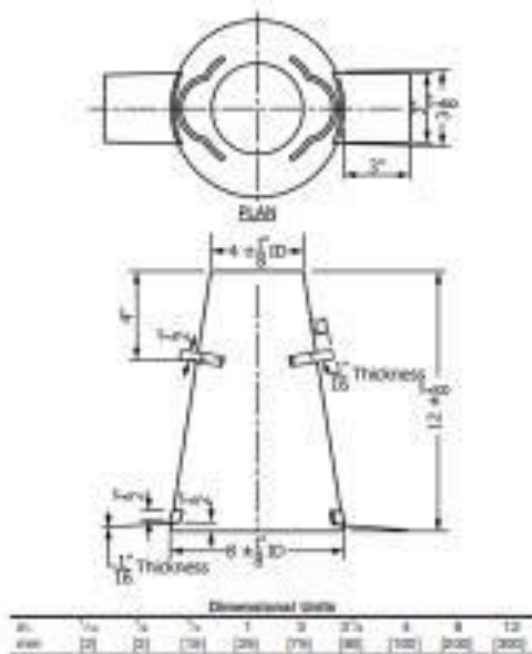


FIG. 1 Mold for Slump Test

the scoop around the perimeter of the mold opening to ensure an even distribution of the concrete with minimal segregation.

Note 5—One third of the volume of the slump mold fills it to a depth of 2½ in. [70 mm]; two thirds of the volume fills it to a depth of 6½ in. [160 mm].

7.2 Rod each layer 25 times uniformly over the cross section with the rounded end of the rod. For the bottom layer, this will necessitate inclining the rod slightly and making approximately half of the strokes near the perimeter, and then progressing with vertical strokes spirally toward the center. Rod the bottom layer throughout its depth. For each upper layer, allow the rod to penetrate through the layer being rodded and into the layer below approximately 1 in. [25 mm].

7.3 In filling and rodding the top layer, keep the concrete above the mold before rodding is started. If the rodding operation results in subsidence of the concrete below the top edge of the mold, add additional concrete to keep an excess of concrete above the top of the mold at all times. After the top layer has been rodded, strike off the surface of the concrete by means of a screeding and riling motion of the tamping rod. Continue to hold the mold down firmly and remove concrete from the area surrounding the base of the mold to preclude interference with the movement of stamping concrete. Remove the mold immediately from the concrete by raising it carefully in a vertical direction. Raise the mold a distance of 12 in. [300 mm] in 5 ± 2 s by a steady upward lift with no lateral or torsional motion. Complete the entire test from the start of the filling through removal of the mold without interruption and complete it within an elapsed time of 2½ min.

7.4 Immediately measure the slump by determining the vertical difference between the top of the mold and the displaced original center of the top surface of the specimen. If a decided falling away or shearing off of concrete from one side or portion of the mass occurs (**Note 6**), disregard the test and make a new test on another portion of the sample.

Note 6—If two consecutive tests on a sample of concrete show a falling away or shearing off of a portion of the concrete from the mass of the specimen, the concrete probably lacks necessary plasticity and cohesiveness for the slump test to be applicable.

8. Report

8.1 Report the slump in terms of inches [millimetres] to the nearest ¼ in. [5 mm] of subsidence of the specimen during the test.

9. Precision and Bias⁴

9.1 **Precision**—The estimates of precision for this test method are based upon results from tests conducted in Fayetteville, Arkansas by 15 technicians from 14 laboratories representing 3 states. All tests at 3 different slump ranges, from 1.0 in. [25 mm] to 6.5 in. [160 mm], were performed using one load of truck-mixed concrete. The concrete was delivered and tested at a low slump, with water then being added and mixed

into the remaining concrete to independently produce moderate and finally high-slump concrete. The concrete mixture that used a No. 67 crushed limestone aggregate and a washed river sand, contained 500 lb of cementitious materials per cubic yard [297 kg of cementitious material per cubic metre]. The 500 lb [227 kg] were equally divided between a C150, Type III cement and a Class C fly ash. A double dosage of a chemical retarder was used in an attempt to minimize slump losses and maintain workability of the concrete. Concrete temperatures ranged from 86 to 93 °F [30 to 34 °C]. Slump losses averaged 0.68 in. [17 mm] during the 20 min required to perform a series of 6 tests at 1 slump range. Testing was performed alternately using metal and plastic molds, which were determined to produce comparable results. Precision data thus applies to both metal and plastic molds. A total of 270 slump tests were performed.

9.1.1 **Inch-Pound (SI)**—The data used to develop the precision statement were obtained using metric units (millimetres). The precision values shown in inch-pound units are conversions from the millimetric measurements, which were recorded to the nearest 1 mm.

9.1.2 **Measure of Variability**—The standard deviation was determined to be the most consistent measure of variability and was found to vary with the slump value.

9.1.3 **Single-Operator Precision**—The single-operator standard deviation represented by (1s) is shown in Table 1 by average slump values. The reported results for the replicate readings apply to tests conducted by the same operator performing successive tests, one immediately following the other. Acceptable results of two properly conducted tests by the same operator on the same material (**Note 7**) will not differ from each other by more than the (d2s) value of the last column of Table 1 for the appropriate slump value and single-operator precision.

9.1.4 **Multilaboratory Precision**—The multilaboratory standard deviation represented by (1s) is shown in Table 1 by average slump values. The reported results for the replicate readings apply to tests conducted by different operators from different laboratories performing tests less than 4 min apart. Therefore, acceptable results of two properly conducted slump tests on the same material (**Note 7**) by two different laboratories will not differ from each other by more than the (d2s) value of the last column of Table 1 for the appropriate slump value and multilaboratory precision.

TABLE 1 Precision

Slump and Type units	Standard Deviation (1s) ^a		Acceptable Range of Test Results (d2s) ^a	
	in.	[mm]	in.	[mm]
Single-Operator Precision				
Slump 1.2 in. [30 mm]	0.22	[6]	0.44	[11]
Slump 3.4 in. [86 mm]	0.28	[8]	0.57	[15]
Slump 6.5 in. [160 mm]	0.40	[10]	0.79	[20]
Multilaboratory Precision				
Slump 1.2 in. [30 mm]	0.29	[7]	0.58	[15]
Slump 3.4 in. [86 mm]	0.36	[9]	0.72	[18]
Slump 6.5 in. [160 mm]	0.52	[13]	1.04	[27]

^a These numbers represent, respectively, the (1s) and (d2s) limits as described in Practice C670.

⁴The test data used to develop the precision statement were based on tests performed in September 1997. Supporting data have been filed at ASTM International Headquarters and may be obtained by requesting Research Report RR-1330-1022.

Note 7—“Same materials,” is used to mean freshly mixed concrete from one batch.

9.2 Bias—This test method has no bias since slump is defined only in terms of this test method.

10. Keywords

10.1 concrete; concrete slump; cone; consistency; plasticity; slump; workability

SUMMARY OF CHANGES

Committee C09 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (C143/C143M – 15) that may impact the use of this standard. (Approved Dec. 15, 2015.)

(J) Revised 5.1.1.

ASTM International takes no position regarding the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Bar Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19380-2900, United States. Individual reports (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9888 (phone), 610-832-9899 (fax), or service@astm.org (e-mail) or through the ASTM website (www.astm.org). Permission rights to photocopy the standard may also be secured from the Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, for (978) 750-8400; <http://www.copyright.com>.