



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

“Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Pedro Fernando Serrano Cordova

ASESOR:

Mg Ing. Carlos Alberto Villegas Martínez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2018



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 14-12-2018
Página : 1 de 2

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

Pedro Fernando Serrano Cordova

Cuyo título es:

"Elaboración de un concreto ligero para uso
estructural en la ciudad de Lima metropolitana" 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

16 (número) Dieciséis (letras).

Lugar y fecha Los Olivos, 14-12-2018


.....
PRESIDENTE

Mg. Iny Benites Zuniga Jose Luis
Grado y nombre


.....
SECRETARIO

Mg. Ing. Cecilia Ariela Moscoso
Grado y nombre


.....
VOCAL

Mg. Ing. Carlos Alberto Villegas Martinez
Grado y nombre

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA

A mis padres, Pedro Serrano Huachaca y Paulina Córdova Tello por su gran apoyo y amor incondicional que me han dado, también agradezco a mis hermanos, Rocio Serrano Córdova, Arturo Serrano Córdova y Barbarita Serrano Córdova por la gran motivación que me dieron para salir adelante ante cualquier adversidad.

AGREDECIMIENTO:

En primer lugar quiero agradecer a Dios porque Él es mi motivo de vida cada día, estoy muy agradecido con Dios porque me dio la oportunidad de tener estudios universitarios y poder culminarlos, por haberme ayudado a levantarme en circunstancias difíciles y sobre todo por la experiencia adquirida en el transcurso de mi carrera profesional.

En segundo lugar agradezco a todos los profesores y compañeros por el apoyo brindado.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Pedro Fernando Serrano Córdova con DNI N° 76511313, he cumplido con todos los requerimientos, normas y decretos de la Universidad César Vallejo, soy de la facultad de ingeniería, pertenezco a la escuela profesional de Ingeniería Civil, doy mi palabra que la información documentaria es auténtica.

También declaro que los datos extraídos de otros autores se respetó su privacidad citándolos conforme la norma.

Después de lo mencionado asumo la responsabilidad de cualquier observación de falsedad o información que no corresponda con sus autores de acuerdo con las normativas decretadas por la Universidad César Vallejo.

LIMA, 20 de NOVIEMBRE del 2018

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pedro Fernando Serrano Córdova', written over a horizontal line.

Pedro Fernando Serrano Córdova

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado,

Presento a ustedes mi tesis titulada “Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018”, cuyo objetivo es: realizar un diseño de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para una densidad de concreto del concreto ligero de 1850 kg/m^3 , cumpliendo un asentamiento o slump de 3” a 4” respecto al diseño de mezcla ASI.

La tesis que se presenta está dividida en 7 capítulos y un anexo:

- Capítulo 1: Introducción está compuesta de realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación de los problemas, justificación del estudio, hipótesis y objetivos.
- Capítulo 2: Método está compuesta del diseño de investigación, variables de Operacionalización, población, muestras, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez, confiabilidad, método de análisis de datos y aspectos éticos.
- Capítulo 3: Resultados está compuesto de los ensayos y métodos que se utilizaron para lograr la finalidad de la presente tesis.
- Capítulo 4: Discusión de los resultados obtenidos.
- Capítulo 5: Conclusiones de la presente tesis.
- Capítulo 6: Recomendaciones de la presente tesis.
- Capítulo 7: Propuesta de las referencias bibliográficas que se emplearon en la presente tesis.
- Anexos de la presente tesis.

Por lo antes mencionado, espero cumplir con los requerimientos de aprobación establecidos en las normas de la Escuela de Posgrado de la Universidad Cesar Vallejo.

El autor

INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGREDECIMIENTO:	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	¡Error! Marcador no definido.
PRESENTACIÓN	vii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
I. INTRODUCCIÓN	xix
1.1. Realidad problemática.....	20
1.2. Trabajos previos	22
1.2.1. Antecedentes Internacionales	22
1.2.2. Antecedentes nacionales.....	25
1.3. Teorías relacionadas al tema	28
1.3.1. Concreto ligero.....	28
1.3.1.1. Ventajas del concreto ligero	29
1.3.1.2. Desventajas del concreto ligero.....	29
1.3.2. Propiedades de los concretos con agregado de concreto ligero.....	30
1.3.3. Aplicaciones del concreto ligero.....	31
1.3.4. Concreto pesado	32
1.3.5. Concreto normal.....	32
1.3.6. Densidad del concreto ligero.....	32
1.3.7. Densidad del concreto pesado	32
1.3.8. Densidad del concreto normal.....	33
1.3.9. Diseño de mezcla método ACI. 211.....	33
1.3.10. Agregados	33
1.3.10.1. Agregado fino.....	33
1.3.10.2. Agregado grueso	34
1.3.10.3. Módulos de finura (NTP 400.012).....	35
1.3.10.4. Peso unitario (NTP 400 017)	37
1.3.10.5. Peso específico (NTP 400.022).....	38
1.3.10.6. Porcentaje de absorción (NTP 400.012).....	38
1.3.10.7. Contenido de humedad (NTP 400.012).....	39
1.3.11. Cemento.....	39
1.3.12. Agua (NTP 339.088)	40

1.3.12.1.	Efectos en el concreto si el agua no es de buena calidad	42
1.3.13.	Dosificación del concreto por su densidad.....	42
1.3.13.1.	Densidad absoluta	42
1.3.13.2.	Densidad nominal	43
1.3.13.3.	Densidad aparente	43
1.3.14.	Perlas de poliestireno	44
1.3.14.1.	Procedencia del poliestireno	45
1.3.14.2.	Aislante térmico	45
1.3.14.3.	Aislante acústico	46
1.3.14.4.	Importancia del aislamiento térmico y acústico.....	47
1.3.14.5.	Estabilidad dimensional	48
1.3.15.	Módulo de elasticidad del concreto ligero	48
1.3.16.	Aditivos	49
1.3.16.1.	Aditivos plastificantes.....	50
1.3.16.2.	Aditivos súper plastificantes	50
1.3.17.	Método del ACI	50
1.3.18.	Ensayo para determinar el peso unitario (ASTM C29 – NTP 400.017)	50
1.3.19.	Ensayo para calcular el peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C127 – NTP 400.021).....	51
1.3.20.	Ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C127 – NTP 400.021).....	51
1.3.21.	Preparación de probetas (ASTM C31)	52
1.3.22.	Mezclado	52
1.3.23.	Desmoldar y curar	52
1.3.24.	Resistencia a la compresión (ASTM C39) y (NTP 339.034).....	53
1.3.25.	Resistencia a la tracción (ASTM C496) Y (NTP 339.034)	53
1.4.	Formulación del problema	54
1.4.1.	Problema general	54
1.4.2.	Problemas específicos	55
1.5.	Justificación del estudio.....	55
1.6.	Hipótesis.....	56
1.6.1.	Hipótesis general	56
1.6.2.	Hipótesis específica	56
1.7.	Objetivos	56
1.7.1.	Objetivo general	56

1.7.2.	Objetivos específicos	56
II.	MÉTODO.....	57
2.1	Diseño de investigación.....	58
2.1.1	Método de investigación.....	58
2.1.2	Enfoque de investigación.....	58
2.1.3	Nivel de investigación.....	58
2.1.4	Tipo de investigación.....	59
2.2	Variables, Operacionalización.....	59
2.2.1	Variables	59
2.2.2	Operación de variables	60
2.3	Población y muestra.....	62
2.3.1	Población.....	62
2.3.2	Muestras.....	62
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad:	63
2.4.1	Técnicas	63
2.4.2	Instrumentos	63
2.4.3	Materiales utilizados	63
2.4.4	Validez y confiabilidad	64
2.5	Método de análisis de datos	64
2.6	Aspectos éticos.....	64
III.	RESULTADOS.....	65
3.1	Estudio del agregado.....	66
3.1.1	Análisis granulométrico	67
3.1.2	Diseño de mezcla	69
3.1.2.1	Método del diseño de mezcla.....	69
3.1.2.2	Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para una densidad de 1850 kg/m^3	69
3.1.2.3	Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para una densidad de 1800 kg/m^3	75
3.1.2.4	Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para una densidad de 1750 kg/m^3	79
3.1.2.5	Proceso de elaboración	83
3.2	Ensayo de resistencia a compresión	88
3.3	Resultado de los ensayos de resistencia de compresión	89
3.4	Resultado de los ensayos de tracción diametral del concreto.....	95
3.5	Contrastación de hipótesis	107

3.5.1	Influencia de la adición de perlas de poliestireno en las propiedades del concreto.....	107
3.5.2	La cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una resistencia a la compresión de $f'c$ 210 kg/cm ²	108
3.5.3	La cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una densidad apropiada del concreto ligero.....	108
3.5.4	La cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una tracción apropiada del concreto ligero.....	109
IV.	DISCUSIÓN	110
4.1	Elección del tipo de perla de poliestireno.....	111
4.2	Análisis del asentamiento o slump de la mezcla	112
4.3	Análisis de la resistencia del concreto ligero con perlas de poliestireno.....	113
4.4	Análisis del ensayo de tracción del concreto con perlas de poliestireno.....	115
4.5	Análisis del ensayo de densidad del concreto con perlas de poliestireno.....	117
V.	CONCLUSIONES	118
VI.	RECOMENDACIONES.....	120
VII.	REFERENCIAS	122
2.1	Referencias	123
VIII.	ANEXO	127
	ANEXO 1	128
	ANEXO 2.....	130
	.....	131
	.....	132
	ANEXO 3.....	135
	ANEXO 4.....	140
	ANEXO 5	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clases de mezclas según su asentamiento.	30
Tabla 2. Series normalizadas de tamices.	34
Tabla 3. Volumen del agregado grueso por volumen unitario del concreto	35
Tabla 4. Análisis granulométrico	36
Tabla 5. Peso unitario del concreto en estado fresco (ASTM C138 Y NTP339.046.	38
Tabla 6. Resistencia relativa de los tipos de cemento.....	40
Tabla 7. <i>Valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua para la utilización en concreto.</i>	41
Tabla 8. Tabla de conductividad térmica v/s densidad aparente.	44
Tabla 9. Niveles recomendados de ruido interior.	47
Tabla 10. Capacidad de aislación acústica y térmica.	47
Tabla 11. Operacionalización de variables	60
Tabla 12. Matriz de consistencia (generalidades)	61
Tabla 13. Densidad requerida para la resistencia a compresión.....	62
Tabla 14. Densidad requerida para la resistencia a tracción diametral	63
Tabla 15. Análisis granulométrico del agregado fino (arena gruesa)	67
Tabla 16. Propiedades físicas del agregado fino.....	68
Tabla 17. Agua (kg/m^3) para el concreto en función del tamaño máximo nominal del agregado.	70
Tabla 18. Relación de Agua Cemento y resistencia a la compresión requerida.....	71
Tabla 19. Diseño de mezcla para un m^3 con una densidad de $1850 \text{ kg}/\text{m}^3$	74
Tabla 20. Diseño de mezcla para 3 probetas con una densidad de $1850 \text{ kg}/\text{m}^3$	75
Tabla 21. Diseño de mezcla para un m^3 con una densidad de $1800 \text{ kg}/\text{m}^3$	78
Tabla 22. Diseño de mezcla para 3 probetas con una densidad de $1800 \text{ kg}/\text{m}^3$	79
Tabla 23. Diseño de mezcla para un m^3 con una densidad de $1750 \text{ kg}/\text{m}^3$	82
Tabla 24. Diseño de mezcla para 3 probetas con una densidad de $1750 \text{ kg}/\text{m}^3$	83
Tabla 25. Resultado de compresión de probetas con una densidad de $1850 \text{ kg}/\text{m}^3$	89
Tabla 26. Resultado de compresión de probetas con una densidad de $1800 \text{ kg}/\text{m}^3$	90
Tabla 27. Resultado de compresión de probetas con una densidad de $1750 \text{ kg}/\text{m}^3$	91
Tabla 28. Resultado de resistencia a compresión de probetas con una densidad de $1850 \text{ kg}/\text{m}^3$ para 14 y 21 días.	92

Tabla 29. Resultado de resistencia a compresión de probetas con una densidad de 1800 kg/m ³ para 14 y 21 días.	93
Tabla 30. Resultado de resistencia a compresión de probetas con una densidad de 1750 kg/m ³ para 14 y 21 días.....	94
Tabla 31. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1850 kg/m ³	95
Tabla 32. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1850 kg/m ³ para 14 y 21 días de curado.	96
Tabla 33. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1800 kg/m ³	97
Tabla 34. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1800 kg/m ³ para 14 y 21 días de curado.	98
Tabla 35. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1750 kg/m ³	99
Tabla 36. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1750 kg/m ³ para 14 y 21 días de curado.	100
Tabla 37. <i>Resultado de Densidad para un diseño de 1750 kg/m³</i>	101
Tabla 38. Resultado de densidad de probetas para un diseño de 1750 kg/m ³ para 14 y 21 días de curado.....	102
Tabla 39. Resultado de Densidad para un diseño de mezcla 1800 kg/m ³	103
Tabla 40. Resultado de densidad de probetas para un diseño de 1800 kg/m ³ para 14 y 21 días de curado.....	104
Tabla 41. Resultado de Densidad para un diseño de 1850 kg/m ³	105
Tabla 42. Resultado de densidad de probetas para un diseño de 1850 kg/m ³ para 14 y 21 días de curado.....	106
Tabla 43. Resultado final de ensayos promediados a los 21 días de curado	107
Tabla 44. Resultado final de ensayos promediados a los 21 días de curado en porcentaje requerido.....	107
Tabla 45. Comparación de las características de perlas de poliestireno	111
Tabla 46. Resultado de asentamiento de la mezcla según la densidad del concreto ligero con la adición de perlas de poliestireno.....	112
Tabla 47. Resultado de resistencia a la compresión con aditivo y sin aditivo.....	114

Tabla 48. Resultado de resistencia a la compresión para 3 diseños de mezcla para un tiempo de curado de 21 días.	114
Tabla 49. Resultado de resistencia a la tracción para 3 diseños de mezcla para un tiempo de curado de 21 días.	116
<i>Tabla 50.</i> Resultado de resistencia a la tracción más aditivo plastificante para los 3 diseños de mezcla para un tiempo de curado de 21 días.	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Concreto ligero	29
Figura 2. Agregado ligero.	31
Figura 3. Usos del concreto ligero.....	31
Figura 4. Curva granulométrica	36
Figura 5. Perlas de poliestireno.....	44
Figura 6. Aislamiento térmico.	46
Figura 7. Méndez 2008.....	48
Figura 8. Curva Esfuerzo-Deformación para el hormigón.....	49
<i>Figura 9. Cantera trapiche</i>	67
Figura 10. Curva de granulometría del agregado fino	68
Figura 11. Imágenes del pesado de los agregados y aditivo.....	83
Figura 12. Imágenes de los agregados listos para el mezclado.....	84
Figura 13. Imágenes del mezclado de materiales	84
Figura 14. Imágenes de la mezcla de diseño.....	85
Figura 15. Asentamiento o slump de la mezcla.....	85
Figura 16. Imágenes del ensayo de asentamiento del concreto	86
Figura 17. Imágenes del preparado de probetas	86
Figura 18. Moldes de probetas enrasadas	87
Figura 19. Curado de probetas.....	87
Figura 20. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	88
Figura 21. Probeta fracturada	88
<i>Figura 22. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m³</i>	89
Figura 23. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m ³	90
Figura 24. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m ³	91
<i>Figura 25. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m³ con un tiempo de curado de 14 y 21 día.</i>	92
<i>Figura 26. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m³ con un tiempo de curado de 14 y 21 día.</i>	93

Figura 27. <i>Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m³ con un tiempo de curado de 14 y 21 día.</i>	94
Figura 28. <i>Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m³</i>	95
Figura 29. <i>Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m³ con un tiempo de curado de 14 y 21 días.</i>	96
Figura 30. <i>Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m³</i>	97
Figura 31. <i>Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m³ con un tiempo de curado de 14 y 21 días.</i>	98
Figura 32. <i>Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m³</i>	99
Figura 33. <i>Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m³ con un tiempo de curado de 14 y 21 días.</i>	100
Figura 34. <i>Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m³</i>	101
Figura 35. <i>Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m³ con un tiempo de curado de 14 y 21 días.</i>	102
Figura 36. <i>Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m³</i>	103
Figura 37. <i>Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m³ con un tiempo de curado de 14 y 21 días.</i>	104
Figura 38. <i>Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m³</i>	105
Figura 39. <i>Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m³ con un tiempo de curado de 14 y 21 días.</i>	106
Figura 40. <i>Apreciación de la resistencia y la densidad según el tipo de poliestireno</i>	112
Figura 41. <i>Distinción del asentamiento de la mezcla según su densidad</i>	113
Figura 42. <i>Distinción de resistencias a compresión según la densidad del diseño y curado</i>	115
Figura 43. <i>Distinción de resistencias a tracción según la densidad del diseño y curado</i>	116
Figura 44. <i>Distinción la densidad según el diseño y curado</i>	117

RESUMEN

La principal característica del concreto ligero para uso estructural es que su peso es menor al peso de los concretos convencionales, ya que hoy en día se requiere alivianar las cargas en las edificaciones

Sin embargo, presenta una gran dificultad en la elaboración de dicho concreto, debido a que todavía en Perú no existe una normativa ni dosificación válida, no obstante, se realizó un estudio de las propiedades mecánicas arrojándonos resultados considerables de la resistencia a compresión muy cerca al deseado. Estos valores obtenidos fueron los que me impulsaron a tomar en cuenta la elaboración del concreto ligero para uso estructural como, por ejemplo: columnas, vigas y zapatas.

La siguiente investigación tiene como tema central determinar las propiedades físico - mecánicas del concreto liviano a base de poliestireno expandido

Se realizó la elaboración de probetas de concreto ligero más un aditivo plastificante en moldes cilíndricos obteniendo propiedades del concreto liviano en estado fresco y endurecido, donde se midió cada tanda de diseño el asentamiento de la mezcla para saber si la cantidad de agua que se utilizo es la óptima. También se medirá la resistencia a la compresión a los 7 y 14 días para las dosificaciones de: 1850 kg/m³, 1800 kg/m³ y 1750 kg/m³ en donde se variará la relación a/c para llegar a una dosificación óptima y así con esta dosificación elaborar las probetas de concreto ligero conforme las normas pertinentes.

Transcurridos 14 días, las probetas elaboradas con la dosificación de 1850 kg/m³ son sometidos a ensayos de resistencia a la compresión, tracción y densidad, como lo establece la NTP 399.600, NTP 399.602 y NTP 399.604, para bloques tradicionales de uso estructural y no estructural, obteniéndose una resistencia a la compresión favorable de (210 kg/cm²).

Palabras Clave: concreto ligero, uso estructural, densidad, resistencia.

ABSTRACT

The main characteristic of lightweight concrete for structural use is that its weight is less than the weight of conventional concrete, since today it is required to lighten the loads in buildings. However, it presents a great difficulty in the elaboration of said concrete, due to the fact that in Peru there is still no valid norm nor dosage, nevertheless, a study of the mechanical properties was carried out throwing us considerable results of the resistance to compression very close to the wanted. These values obtained were what prompted me to take into account the development of lightweight concrete for structural use, such as columns, beams and footings.

The following investigation has as main subject to determine the physical - mechanical properties of lightweight concrete based on expanded polystyrene

The preparation of lightweight concrete specimens plus a plasticizer additive was made in cylindrical molds obtaining properties of lightweight concrete in a fresh and hardened state, where each design batch was measured the settlement of the mixture to know if the amount of water used was the optimal. The resistance to compression will also be measured at 7 and 14 days for the dosages of: 1850 kg /m³, 1800 kg / m³ and 1750 kg / m³ where the ratio a / c will be varied to reach an optimal dosage and so on. With this dosage, prepare the lightweight concrete specimens according to the relevant standards.

After 14 days, the test pieces made with the dosage of 1850 kg /m³ are subjected to compression, tensile and density tests, as established in NTP 399.600, NTP 399.602 and NTP 399.604, for traditional blocks of structural use and not structural, obtaining a favorable compressive strength of (210 kg / cm²).

Keywords: lightweight concrete, structural use, density, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según investigaciones elaboradas en el Perú y en todo el mundo el concreto es un material de construcción de mayor uso en la construcción. El cual está compuesto de cuatro materiales (cemento, arena, agua, y piedra chancada) de acuerdo al diseño de mezcla podemos obtener distintas resistencias a la compresión.

El concreto ligero de alta resistencia será un avance más para la construcción ya que se remplazara el agregado grueso por perlas de poliestireno provocando vacíos en la mezcla lo cual aligerara el peso en proporciones considerables logrando que nuestras construcciones sean de menor peso (más ligeras). En la actualidad los países desarrollados están generando edificaciones, viviendas y el mayor tipo de construcción con un porcentaje de disminuir la mayor cantidad de recursos disponibles para llegar a lo óptimo, que nos dé una gran cantidad de beneficios y opciones de disminución de los costos de avance.

El poliestireno expandido es un material plástico, proveniente del petróleo y que posee muchas características y utilidades. El cual nos da un beneficio bastante bueno en la construcción, las perlas de poliestireno expandido le da una propiedad a nuestra mezcla de concreto que se vuelva un aislante térmico y acústico lo que nos da un mejor confort durante la estancia en dicho lugar.

Al respecto, Jean y Ronald (2017, p. 15) “explica que el concreto con perlas de poliestireno muestra propiedades de resistencia que si lograrían resultados muy convenientes a la gran cantidad de construcciones, con propiedades que toman un papel importante para el tipo de utilidad que se le quiere dar, para lo cual el aislamiento térmico, nos dará espacios más temperados en la las temporadas de verano y en invierno también, nos dará salones acústicos, los cuales no permiten que se transmitan ruidos externo o entre ambientes aledaños”.

Tal como menciona Jean y Ronald el concreto ligero está elaborado con la incorporación de algún material liviano en este caso se adoptó por la perlas de poliestireno ya que estas perlas tienen muchas características beneficiosas para la construcción civil, como no dejar pasar los rayos de incidencia sonoros y los rayos de incidencia solares, que quiere decir que el concreto ligero a base de perlas de poliestireno de $\frac{1}{4}$ tomara la propiedad de un concreto acústico y térmico.

Por lo tanto en el presente proyecto se realiza un concreto ligero de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mas un aditivo plastificante que consiste en sustituir el agregado grueso que son las piedras chancadas por perlas de poliestireno expandido de $\frac{1}{4}$ " con la finalidad de alivianar la mezcla es decir que tendrá un menor peso al del concreto convencional, el aditivo plastificante que se está empleando es de la empresa Sika. Este aditivo tiene la finalidad de que el agregado fino abra las perlas de poliestireno de $\frac{1}{4}$ " y a su vez nos da la ventaja que el diseño de mezcla requiera de menor cantidad de agua y al tener menor cantidad de agua en el diseño se obtiene mayores valores de resistencia a la compresión del concreto ligero.

Todo este estudio es con la finalidad de lograr que un concreto ligero nos dé una resistencia de 210 kg/cm^2 y así poder disminuir el peso de las estructuras y dar un beneficio notable a todas las edificaciones, brindando la mayor información del concreto ligero ya que en nuestro país no tenemos muchas referencias de este tipo de concreto, puesto que gracias a la investigaciones que se ha realizado el concreto ligero acarreará muchos beneficios para la construcción en elementos estructurales y de albañilería.

1.2. Trabajos previos

En la elaboración del proyecto se elaborará un concreto ligero para uso estructural, se recolectó información de distintas investigaciones, nacionales e internacionales respecto a nuestro tema.

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Para Román Manrique, (2016) en la tesis “diseño de una mezcla de concreto experimental sustituyendo el grado grueso por perlas de poliestireno de $\varnothing = \frac{3}{4}$ ” y un asentamiento de 3”, para lograr una resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ “analiza que una de las mayores fuentes generadoras de contaminación por el dióxido de carbono es la construcción civil. Según estudios de la Universidad Politécnica de Valencia, el área de la ingeniería civil está involucrada en la emisión del 30% a 40% de los gases que producen los efectos invernadero y el 5% del balance mundial de las emisiones totales”. Es por eso que el planeta está sufriendo una condición denominada cambio climático, a causa de la gran contaminación que existe actualmente. Se trata de realizar este trabajo de investigación, utilizando perlas de poliestireno expandido como agregado grueso, con esto se tratará de hacer un concreto con buena resistencia que pueda reducir el impacto ambiental de estas perlas de poliestireno en el planeta. El comportamiento a nivel de resistencia, plasticidad y costos son las tres variables fundamentales del proyecto.

Lo que se requiere es lograr un concreto estructural ligero basándonos en estudios de que poliestireno expandido es un material con buenas propiedades (plasticidad, resistencia, aislante térmico, ligero), toma la posibilidad de ser un material reciclable por lo que podremos tener un concreto aligerado que contribuirá a la no contaminación del medio ambiente.

Para Gonzales y Edilio (2016,) En la tesis “Estudio de factibilidad del uso de perlas de poliestireno expandido como sustituto del alivien para la elaboración de bloques con mezcla aligerada empleadas en el rubro de la construcción civil, de losas, techos y paredes” nos dice que el paso en una construcción lo definen los elementos que la conforman, como estructuras también todo lo que este en forma continua por mucho tiempo o permanente (equipos mecánicos, mobiliarios). En cuanto a las principales causas de que se encuentren posibles sobrecargas en la estructura estas son ocasionadas por los materiales con los que construimos y también por el uso. Por consiguiente, estas observaciones traen algunos efectos que son de vital importancia para garantizar el funcionamiento adecuado de una construcción civil. Así

decimos que los más relevantes, por ejemplo las fallas de asentamiento en las bases y fundaciones, fatiga, rotura o agrietamiento tanto de elementos estructurales, no estructurales o combinados. Para poder reducir estos efectos muchas veces es necesario sobredimensionar algunas partes de la estructura y así lograr cumplir con un diseño sismo resistente adecuado.

Entonces los elementos que forman parte de una edificación que sean estructurales o no estructurales son de gran interés por lo tanto de acuerdo con lo anterior mente explicado se dice que cada uno de ellos tienen una masa que representa una carga y un esfuerzo para la estructura, de manera que se pueda identificar que en las obras de múltiples niveles se da el caso que mientras más altura más elementos se ven involucrados y en consecuencia nos da más peso.

Para Sharma y Pal (2016) se ha realizado un estudio de distintas formas de plásticos lo cual conlleva a consecuencias muy grandes como el cuidado del medio ambiente. La gran cantidad de material plástico se transforman en residuos por lo tanto necesitan más cantidad de área territorial y así se pueda almacenar en estas áreas, pues muchas cantidades de plásticos no son de tipo reciclable. Con respecto a la biodegradabilidad del plástico puesto que se encuentra en excesivos volúmenes de residuos plásticos son perjudicantes para el medio ambiente. En la actualidad se ha adicionado distintos elementos en el concreto en especial el plástico para así tratar de disminuir la contaminación ambiental y a la vez ocupar menor área de desechos de plástico en la tierra ya que el concreto tienen la propiedad de tener una vida útil más extensa.

Lo que nos trata de dar a entender es que en la construcción civil se requiere o se está en la obligación de hacer uso de estos plásticos, incorporándolos como nuevos materiales, agregados, herramientas y otros. Con la finalidad de reducir horas hombre en el rubro de la construcción y así también disminuir las cargas muertas de las edificaciones y otro en común.

Para Mahyar, Reza y Taheri (2016) su investigación trata de dar a conocer las propiedades y efectos que pueda causar que se incorpore pequeñas partículas de plástico en el concreto. A esto se realizó un adaptación o un nuevo diseño de mezcla para obtener un nuevo concreto el que tiene distintas propiedades al concreto normal, la más resaltante sería la densidad ya que un agregado o también conocido arena gruesa será sustituida por un elemento a base de residuos parecidos. La proporción de agua y cemento se respetará, entonces al momento de realizar los ensayos en laboratorio se dieron cuenta que las partículas de plástico alteraban las propiedades físicas y mecánicas del concreto, como la resistencia a

compresión se notó buenos resultados cuando se elevó las proporciones de partículas plásticas o se igualo las proporciones con los agregados a un 5-10% de los agregados finos para la mezcla.

El propósito del antecedente antes mencionado es conocer las propiedades de un concreto con la adición de plásticos en la mezcla. Estas propiedades están más relacionadas a la densidad del concreto y a la resistencia del concreto en sus estudios efectuados ellos tienen la conclusión que la adición de plásticos en la mezcla altera las propiedades del concreto en datos negativos puesto que la resistencia a compresión disminuye.

Para Tang, W.C y Nandeem, A (2008) “Mechanical, and drying shrinkage properties of structural-graded concrete” nos dice que la mezcla con perlas o agregado ligero expandido (CAP) se le reconoce como concreto de menor peso y cabida a deformarse, por lo cual su utilidad es ligeramente en elementos no estructurales ya que tiene propiedades bajas de resistencia. Sin embargo tiene muy buena capacidad de deformación, es por eso que la mezcla se empleó en la construcción de muchas formas estructurales por ejemplo: paneles de revestimientos, paredes de apoyo que no resistan cargas, base hado de losas aligeradas, bloqueo de paredes de mezcla ligera que aguanten presiones, pavimentaciones, edificaciones de peso ligero en zonas marítimas, etc. Normalmente CAP es elaborado con materiales conocidos en la construcción con agregado fino y pequeñas bolitas de poliestireno cuyas dimensiones son entre 1 y 6 mm; obteniendo reducciones de pesos o una densidad que sobre pase $600\text{kg}/\text{m}^3$. El presente estudio, se desarrolló en el departamento de edificaciones y elaboración del centro universitario de Hong Kong. La cual se propone investigar y comparar muchos tipos de concreto para identificar cual es la variación de la densidad las cuales tienen un valor de 1,400 y $2,100\text{kg}/\text{m}^3$ donde se realizan sustituciones de agregado grueso por poliestireno. Con las mezclas en estudio se realizan varias pruebas con distintas dosificaciones. Para el estudio de compresión se elaboraron cubos. [...]. Luego de la investigación del proyecto se puede decir que CAP tiene valores reales en la densidad de 1400 a $2100\text{kg}/\text{m}^3$ y por ensayos de roturas de probetas entre 13 y 40 MPA de resistencia a la compresión entonces decimos que la sustitución o remplazo de la piedra chancada por pequeñas partículas de poliestireno se observó que las pequeñas partículas de poliestireno tuvieron la capacidad para desplazarse o abrasar al agregado fino sin la necesidad de adicionar aditivos que ayuden a unir las partículas. Entonces decimos que este tipo de mezcla tiene un buen asentamiento y da facilidades en el vibrado y acabados.

En el concreto se esperó que la proporción demás sobre el volumen, tanto como la resistencia a la compresión, la elasticidad. Estas se redujeron cuando la cantidad de perlas de poliestireno se fue incrementando. Cuando hablamos de fallas de tensión y compresión, se aprecia que en las probetas elaboradas con la sustitución de agregado grueso por perlas de poliestireno expandido no se encontró fallas de fractura, pues los materiales actuaron de forma satisfactoria.

1.2.2. Antecedentes nacionales

Para Méndez y Sare (2017, p. 2) en la tesis “Estudio de perfectibilidad para determinar la viabilidad de la implementación de una línea de concreto pre mezclado en la empresa ALERCOGE SAC. En la ciudad de Pucallpa, nos dice que nos encontramos en mundo donde se desarrolla la dinámica de estar compitiendo y también las nuevas tendencias tecnológicas que se presentan. En este ámbito el rubro de la construcción es uno de los temas más informados e importantes de la economía, ya que la construcción tiene procesos que se relacionan e involucran a distintas industrias como lo es el (cemento, agregados finos y gruesos, el acero corrugado y liso y también el transporte etc.). El rubro de la construcción civil en el Perú es una actividad económica más importante ya que se están generando grandes construcciones.

Conclusión el Perú es un país que será de gran demanda en edificaciones de grandes alturas en las que se utilizara el concreto que está conformado de varios materiales y componentes por lo cual la elaboración de concreto ligero estaría dirigida para la grandes construcciones ya que este concreto a escales mayores de grandes volúmenes de mezcla será un poco más económico que el convencional con esto se incrementara la economía en nuestro país y sobretodo en el rubro de la construcción civil.

(Jean y Ronald 2017) en la investigación de “Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú” nos dice que en la antigüedad la ingeniería civil de desarrollo superior en todos lados era el imperio romano, la mezcla de materiales era el que tenía más demanda y estudios en el ámbito de la ingeniería civil en todas partes del planeta ya que la gran cantidad de obras utilizaron y utilizaran el concreto, acoplando su mezcla de agregados también modificarán su distribución tanto que se puedan obtener los requisitos y determinaciones exigidas, estas construcciones serán edificios, túneles, etc. Dejando muchos tipos de casos en aplicación del concreto ligero. Este gran progreso no puede realizarse hasta que se investigue las propiedades del concreto ligero, de

tal manera que después podamos reemplazar los materiales y agregados y así obtener nuevos valores de los comportamientos químicos y físicos de tal manera que reaccione de manera satisfactoria como antes no lo obtenía, o para poder destacar una particularidad, esta investigación requirió de mucho empeño de parte de los ingenieros y la humanidad en general muchos años de investigación para que puedan tener una gran altura de entendimiento. Actualmente no contamos con lugares de estudios, dedicados a especializarse en la mezcla aligerada por ejemplo las empresas A.C. (ACI en sus siglas en inglés) o la American Society for Testing Materials (ASTM) en Estados Unidos las investigaciones se concretaron lo cual dio un gran avance para este país y para sus construcciones. Antiguamente, las historias más concurrentes en las construcciones tenían la determinación de no transmitir sonidos y no dejar pasar los rayos de ultra violeta manteniendo la temperatura estable de la construcción ya que en estos ambientes avía gran acumulación de personas en un ambiente cerrado o confinado, este tumulto de personas provocaban un calentamiento interno que emana del cuerpo que es la transpiración. Todos los casos anteriores se debían a que las construcciones antiguamente eran mucho más anchas o gruesas como ejemplo el coliseo de roma esos muros eran tan gruesos que el ruido y el calor se disipaba en el trayecto del muro sin afectar el ambiente de adentro.

El gran progreso de la ciencia determino que se investigue más sobre la construcción y se pueda encontrar nuevos agregados como el poliestireno expandido. En estos tiempos modernos la aplicación del poliestireno expandido se le encontró más consideraciones alrededor de países desarrollados con gran capacidad de construcción, gran ejemplo el de España que aplica en techos llanos o entre piso y en figuras que no requieran mucho peso las cuales se regulan en el estado en que se encuentre el poliestireno expandido, la agrupación ibérica de poliestireno expandido (“AIPEX”), asimismo se encuentra en pocos lugares de Sudamérica tal es el caso de argentina y chile se encuentra las perlas de poliestireno como un material más aplicable y trabajable en el rubro de la construcción.

Para Elmer (2017) en la tesis “Reaprovechamiento de residuos industriales de la minería – metalúrgica y poliestireno expandido, en la elaboración de adoquines para piso. Nos dice que en las últimas décadas se ha optado por reutilizar los productos fabricados como lo es el vidrio, plástico, papel, agregados etc. En el rubro de la construcción civil, se encontró un incremento muy notorio en todo el mundo. En el caso del Perú está entrando en este rango de países que se dedica a la reutilización de matariles reciclables”. Actualmente en el Perú se observa una acumulación de desechos por causa de los relaves que ocupa un área de 5400m² y con un aproximado de 300 toneladas listas para contaminar el suelo. Es por eso que tenemos

la obligación de reutilizar los residuos, acoplando nuevos métodos como la creación de adoquines para pisos con dichos elementos que son reciclables.

En conclusión este método sería apto para poder contrarrestar la contaminación ambiental. En el país que nos encontramos las bolitas de tecnopor no se toman como forma de agregado en el concreto. En el Perú el uso del concreto ligero con bolitas de tecnopor se ha empezado a utilizar en escasas obras de construcción civil puesto que no avía referencias informativas del rendimiento, comportamiento que el poliestireno pueda brindarnos gracias a las investigaciones sobre nuevos materiales que puedan ser de utilidad como remplazo de materiales con la finalidad de adquirir nuevas características, entre estas investigaciones efectuadas estuvieron el concreto ligero en la cual se obtuvo beneficios y ciertas desventajas como el peso de la mezcla fue extremadamente reducido en función al diseño de mezcla, propiedades de aislante térmico, y muros compactos que no tenían rasgos de adsorción de agua.

Para Zamora, T (2015) en la tesis de “diseño de un bloque de concreto celular y su aplicación como unidad de albañilería no estructural. Nos dice que los interiores de los edificios que se construyen con concreto celular, este ambiente tendrá un micro clima de buen confort. Ya que tiene la propiedad de aislante térmico esto conlleva que en épocas de invierno se presente pérdidas de calor, en la temporada de verano las habitaciones permanecen frescas. Los muros de concreto celular tienen buena resistencia ante la humedad. Cuando identificamos las diferencias del concreto celular y el concreto convencional el concreto celular resalta su excelencia como aislante térmico y a su vez lo hace ventajoso en que tiene una duración más larga en años.

En el antecedente antes mencionado nos damos cuenta que el agregar nuevos insumos o materiales a la construcción ya no es cosa de otro mundo por lo contrario en cuestión de elementos no estructurales ya se tiene una gran cantidad de materiales que se pueden usar. Por ejemplo en lo que es losas aligeradas el ladrillo de arcilla está siendo remplazado por bloques de tecnopor, pues este remplazo les da un beneficio en parte del rendimiento y por supuesto menos desgaste físico del personal de obra que se encuentre en dicha partida.

Bustamante y Días (2014), En la tesis “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado en donde las mezclas ligeras son utilizadas hace mucho tiempo atrás, acompañado de mezclas tradicionales puesto que inicio la gran demanda de elaboración con mezcla ligera en todas partes”. Los concretos

livianos elaborados por EPS son utilizados en el empleo de paneles de cubrimiento, paredes cortina, sistema de cubrimiento de suelos variados y bloques de concreto. Este proyecto decreta posteriormente posibles soluciones que pueda haber entre la resistencia a la compresión y la masa que está integrada en los agregados de EPS mostraran una gran baja proporcional, involucrando también las pequeñas bolitas de poliestireno puesto que su tamaño es diminuto traerá consecuencias en los ensayos de flexión del concreto, ensayo de ultra sonido. Según en los ensayos correspondientes se observó que en las fracturas del concreto ligero (EPS) son distintos a los del concreto clásico ya que este concreto tiene una solidificación interna.

Se observa que se ha mencionado artículos que demuestran las óptimas características cuando la mezcla se encuentra recién preparada de agregados aligerados con características autocompactantes elaboradas con (EPS). En el caso de latino américa el empleo de mezcla ligera es limitada para la elaboración de edificaciones que no puedan soportar trabajos, trájín mecánicos, usualmente se emplea la mezcla ligera para la elaboración de paredes aisladoras, térmicas y acústicas, estatuas de gran altura y que requieran ser ligeras, techos ligeros, etc. Por lo cual el propósito de esta investigación es identificar las características de empleo del concreto ligero a viendo sustituido el agregado grueso por partículas de poliestireno reprocesado pues el propósito es cerciorarnos que si cumple los parámetros mecánicos determinados por la NTP.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Se está tomando en cuenta informaciones puntos de vistas teóricos relacionados a nuestro tema de investigación que tengan relación con nuestras variables para poder absolver algunas inquietudes y dar nuestro punto de vista de manera cordial y asertiva para la presente investigación.

1.3.1. Concreto ligero

Según Bustamante y Díaz (2014), el “concreto ligero cuando está en un estado plástico, no debe exceder a 1,900 kg/m³. Por eso entendemos que tiene pesos unitarios mucho menores a los que tienen los concretos tradicionales, que están limitados entre 2,200 kg/m³ y 2,400 kg/m³. Este tipo de mezcla ligera nos dará una resistencia a la compresión a los 28 días de acuerdo al peso específico” (p.35).

Usos:

Recomendada principalmente en la aplicación de obras civiles que requieran pesos proporcionalmente bajos, ambientes térmicos, y ambientes que amortigüen posibles golpes. El mayor uso que se le da es en la elaboración de muros de concreto ligero, empleado en construcciones en ángulo. Observar figura 1.

Se ahorra en acero estructural y en materiales gracias a la reducción de las cimentaciones gracias a que las cargas serán reducidas puesto que la carga muerta reduce por la implementación de nuevos materiales que le den las características o propiedades de un concreto ligero.



Figura 1. Concreto ligero

Fuente: Enrique Alario Catalá 2011.

1.3.1.1. Ventajas del concreto ligero

Sus ventajas:

- Ahorro de acero estructural.
- Disminución de los cimientos debido a cargas disminuidas.
- Mejor aislamiento ante las llamas, el calor y la emisión de sonidos.

1.3.1.2. Desventajas del concreto ligero

Sus desventajas:

- Mayor costo (30 a 50 por ciento).
- Necesidad de más cuidado en su preparación.
- Mayor porosidad.

1.3.2. Propiedades de los concretos con agregado de concreto ligero

Según el (manual para la construcción con concreto séptima edición departamento de los estados unidos), “nos da la opción que los valores de densidad estén entre 300 a 1,850 kg/m³. También los valores de resistencia son entre 0.3 a 0.4 Mpa, y posiblemente elevados. Se podrá obtener resistencias mayores si eleva el contenido del cemento (500 kg/m³, pues capas se necesite hasta un 70% más de agregados de lo que normalmente se utiliza)”en la mezcla observar figura 2.

En su mayoría los agregados ligeros nos darán concretos totalmente distintos es por eso que se necesita un cuidado de control. Las propiedades del concreto son perjudicadas por las medidas de los materiales, la cantidad de cemento y el proporciona miento de agua y cemento los materiales finos muestran mejor capacidad y absorben de manera muy rápido el fluido. Las mezclas son ásperas para ello se contrarresta con la adición de perlas de poliestireno y así se, disminuirá el porcentaje de agua. Usualmente los porcentajes de aire finales por masa están entre 4% a 8% de los agregados máximos de 20mm y de 5 a 9% de medida de 10 mm.

La trabajabilidad reduce si se adicionan materiales de bajo peso en remplazo del agregado grueso. Normalmente estos concretos necesitan de un 12 a un 14% menos de agua para la mezcla y así se obtendrá una trabajabilidad igual a la de un concreto ligero observar tabla 1. También se podrá remplazar agregados finos de peso normal, pero siempre de volúmenes iguales para mantener una norma o forma del concreto requerido por la (Norma Técnica Peruana 400.037 2014.)

Tabla 1. Clases de mezclas según su asentamiento.

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
seca	0" a 2"	poco trabajable	vibración normal
plástica	3" a 4"	Trabajable	vibración ligera, chuseado
fluida	> 5"	muy trabajable	chuseado

Fuente: Abanto Castillo (s.f).



Figura 2. Agregado ligero.

Fuente: Follow User agregados para concreto 2014.

1.3.3. Aplicaciones del concreto ligero

La aplicación del concreto ligero ha realizado, en algunos puntos, llevar acabo pensamientos que de algún modo es posible que se haiga abandonado por razones de peso. Si analizamos las características de estos materiales nos darían una cierta economía en materiales y por lo tanto un ahorre de trabajo, y propiedades de aislamiento térmico. Para el ahorro de trabajo constituye que este concreto es más sencillo de manipular por su bajo peso también se aprovechara ambientes térmicos con el motivo de no ser necesario tener calefacción en el ambiente ya que se tendrá uno natural apreciar en la figura 3.

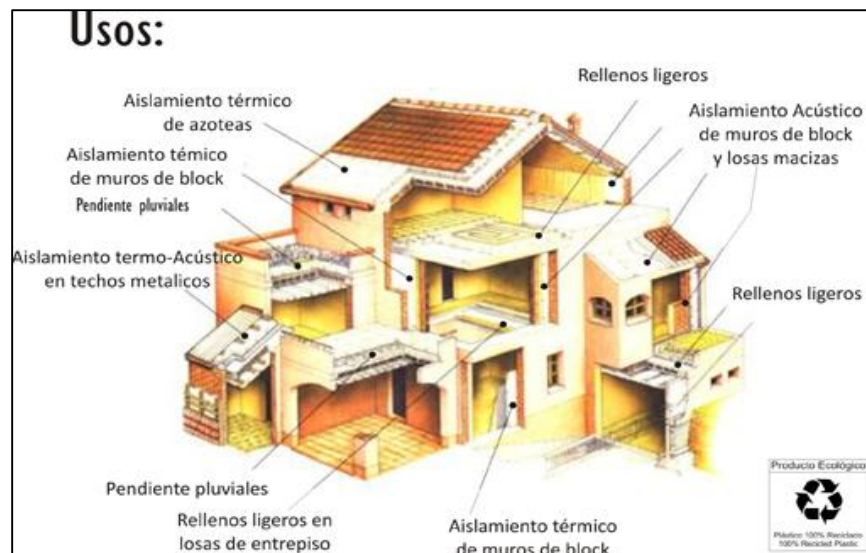


Figura 3. Usos del concreto ligero.

Fuente: Estyrolita (sf).

1.3.4. Concreto pesado

El concreto pesado difiere del concreto convencional por su densidad alta y poco volumen. Ya que por sus características, este concreto se realiza con agregados pesados de una densidad que sobrepasan a los $3,000 \text{ kg/m}^3$ para que el diseño alcance un peso específico que sobre pase los $2,800 \text{ kg/m}^3$ para la producción de este concreto se utilizan minerales pesados o virutas metálicas, llegan a obtener doce densidades entre $4,000$ y $4,800 \text{ kg/m}^3$ la resistencia del concreto pesado son mayores alas del convencional según el (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2012, p 4).

1.3.5. Concreto normal

El concreto normal es un material premezclado de resistencia monitoreada, esta mezcla está integrada por cemento, arena, piedra, aditivos y agua. Las cuales después tomara una consistencia rígida con distintas propiedades la cual se le denomina ideal para la construcción, la elaboración se realiza con materiales resistentes a la compresión de 28 días y con un peso normal. Por sus características, este concreto es óptimo en obras donde se requiera mezclas convencionales para la cual no sea necesario propiedades especiales como alta resistencia o densidades mayores 2400 kg/m^3 según (Cruz y Quispe, 2014, p 19).

1.3.6. Densidad del concreto ligero

“La densidad del concreto ligero es superficial mente árida no sobrepasa 1800 kg/m^3 . Por otro lado, la utilización en elementos estructurales de mezclas especiales con materiales de peso liviano, para obtener una densidad apropiada, puesto que muchas muestras de concreto realizadas con esta función. Debes en cuando las mezclas arrojaban densidades (superficialmente seco) de $1,800 \text{ kg/m}^3$, o valores más altos. A pesar de lo mencionado, es aun concreto ligero puesto que tiene un resultado más ligero que el que tiene un concreto común” según (Huerta, 2009., párr.2.).

1.3.7. Densidad del concreto pesado

Los concretos pesados se definen por su densidad, que está entre unos 2.8 a 6 Ton/m^3 . La elaboración de concretos pesados se efectúa gracia al cemento determinado por las normalización y con materiales de pesos mayores que los convencionales que sean propios de canteras o elaborados a beneficio propio, ya que sus tamaños en volumen son determinadas entre 3.5 a 7.6 . En todas estas observaciones se analizó un promedio de más de 40 elementos. Pero aun así no todos estos elementos son empleados en el diseño de mezclas de concreto ya que son difíciles de conseguir y tienen precios muy elevados esto causaría que los concretos

sean antieconómicos y por lo tanto no se empleen concurrentemente en la construcción civil. Según el (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2012, p 4).

1.3.8. Densidad del concreto normal

La densidad del concreto normal se encuentra entre 2.2 a 2.3 Ton/m³. La fabricación de este concreto esta vasado en agregados muy conocidos como el agua, cemento, agregado fino y agregado grueso. Las mezclas de los concretos tendrán que realizarse según “Standard Specification for ready-mixed concrete” hecho por la ASTM C94M o por la “Standard Especificación of Concrete Made by Volumetric Batching and continuous mixing” hecho por la ASTM C 685M. Es decir que este concreto tiene un valor aproximado de 2300 kg/m³ según la norma técnica peruana NTP E.060, 2013, p 16).

1.3.9. Diseño de mezcla método ACI. 211

El comité 211 del ACI ha elaborado una técnica de diseño de mezcla muy beneficioso por su simplicidad el cual, se fundamenta en diferentes cuadros preparados mediante ensayos de los materiales, nos dan el beneficio de tener valores de los distintos agregados que constituyen un porcentaje del concreto para que pueda ser un buen diseño de mezclas en todos los requisitos pedidos.

Por lo usual las particularidades de las obras decretan límites que se deben cumplir en el diseño de una mezcla. Entre ellas tenemos condiciones como.

- Relación entre el agua y cemento.
- Contenido de cemento
- Contenido máximo de aire.
- Asentamiento.
- Tamaño máximo del agregado grueso.
- Resistencia en compresión mínima.
- Requisitos especiales relacionados con la resistencia promedio, el empleo de aditivos o la utilización de tipos especiales de concreto.

1.3.10. Agregados

1.3.10.1. Agregado fino

El agregado tiene que aprobar ciertas condiciones granulométricas para que sea apto para los concretos de alta resistencia.

El ensayo de granulometría es la separación de ciertas medidas del material fino que se encuentran en una cierta cantidad de agregado; se diferencia gracias al ensayo de granulometría para la cual se toma porciones del agregado del mismo tamaño de partículas. El análisis granulométrico va consistir en sacudir el agregado fino en la torre de tamices, los tamices son como mayas con aberturas cuadradas las cuales tienen que cumplir un requerimiento que es la norma NTP. La asignación de tamices se realizara de acuerdo al tamaño de abertura que tenga la maya medida en milímetros o en micras observar tabla 2.

En estos tiempos el concreto está compuesto con un conjunto de 5 materiales: agregados, cemento, agua, aditivos y adicionales según. Portugal, (2007, p. 19), nos dice que “consistirá en arena natural, arena manufacturada, o una mezcla entre las dos, determinándose como uno de los que se desintegran por naturaleza propia o causada de las rocas pues esta pasa por la malla de 3/8 y presente los requerimientos de la NTP 400.037 o ASTM C33. (López, 2004, pág. 17).

Tabla 2. Series normalizadas de tamices.

Tamices	Abertura en milímetros									
	N° 100	N° 50	N° 30	N° 16	N° 8	N° 4	3/8"	3/4"	1 1/2"	3"
ISO-565	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	31.5	63
UNE-7050	0.16	0.32	0.63	1.25	2.5	5	10	20	40	80
Serie Tyler	0.149	0.297	0.59	1.19	2.38	4.76	9.5	19	38	76

Fuente: Jiménez Montoya et al. (2000)

1.3.10.2. Agregado grueso

Para que se pueda decir que es un agregado grueso, el agregado debe retenerse en la malla numero 4 esta puede estar integrada de grava natural o machacada. Se encuentran partículas irregulares o semi angulares, compactas, limpias y de preferencia que sean porosas (ásperas) observar tabla 3.

“En la Norma Técnica Peruana decreta una elaboración que permite hallar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (luego de 24 horas) del agregado fino” (NTP 400.021, 2002, p1).

Gracias a la NTP se establece parámetros que se deben cumplir y a la vez nos benefician para la elaboración de un correcto diseño de mezcla que consiste en que los agregados tengan un diámetro correcto tal como lo especifica la NTP.

Tabla 3. Volumen del agregado grueso por volumen unitario del concreto

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregados finos			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: adaptada del ACI 211

1.3.10.3. Módulos de finura (NTP 400.012)

El módulo de finura (FM) según Polanco, (2012, p. 12), en el “Manual de Practicas de Laboratorio de Concreto el agregado fino o el agregado grueso se obtienen, conforme establece la norma ASTM C 125, adicionar las cantidades de materiales que se acumularon en los tamices”. El módulo de finura es un porcentaje del material, mientras el módulo de finura sea mayor el agregado será proporcionalmente más grueso.

$$M_f = \frac{\sum \%_{Acum.Ret} (1 \frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

Como podemos observar en el ejemplo de cómo determinar el módulo de finura de un material fino con sus respectivos tamices.

La medida de finura es tener un tamaño equilibrado de partículas dando la capacidad de comprobar el equilibrio de los agregados. La medida de finura se determina con la adición de las cantidades retenidas o acumuladas en los tamices estándar 1 1/2, 3/4, 3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 dividido entre 100 observar tabla 4 y figura 4.

Tabla 4. Análisis granulométrico

TAMIZ (pulg.)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RESISTENCIA ACUMULADA	% PASA
3/8"	0	0	0	100
N° 4	127,8	6	6	94
N° 8	675,1	27	33	67
N° 16	617,7	29	62	38
N° 30	277,0	13	75	25
N° 50	276,8	13	88	12
N° 100	149,1	7	95	5
N° 200	85,2	4	99	1
Fondo	21,3	1	100	0
TOTAL	2130	100	...	...

Fuente: concreto simple. Ing. rivera Gerardo, pág. 59

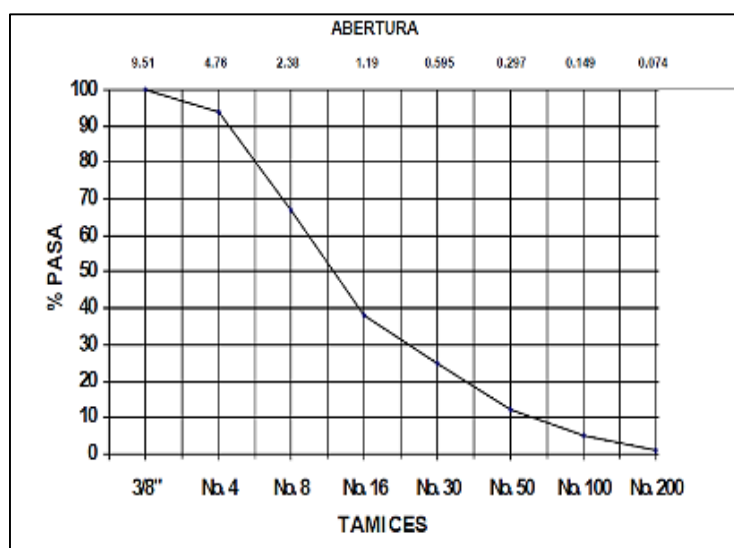


Figura 4. Curva granulométrica

Fuente: concepto simple, ing. Rivera Gerardo, pág. 59

1.3.10.4. **Peso unitario (NTP 400 017)**

En este paso tendremos el resultado de la división del peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. El alcance es cerciorarnos que se cumpla la norma NTP 400.017 y ASTM C29.

El procedimiento siempre se determina con la finalidad de obtener datos del peso unitario utilizado, con la forma de diseño más factible

Hay 2 tipos de pesos unitarios:

a) **Peso unitario suelto**

En este método se requiere obtener cual es el peso del material que se llenara en una bandeja de volumen normal. El pocillo con medida se meterá el agregado con un instrumento tipo cuchara o pala hasta que sobre pase la parte superior tener cuidado de no soltar el agregado a una distancia de más 50 mm por encima del pocillo. El material que rebalse será enrasando con una regla o acero en la parte superior del pocillo.

$$P.U.S = \frac{\text{peso del material}}{\text{volumen del recipiente}}$$

b) **Peso unitario compacto(P.U.C)**

En este ensayo se busca determina una concordancia del peso del agregado y la masa que contraiga el pocillo que se esté usando. Con lo cual determinaremos la magnitud de compactación que se pueda observar en los agregados en su estado normal observar tabla 5.

$$P.U.C = \frac{\text{peso del material compacto}}{\text{volumen del recipiente}}$$

Tabla 5. *Peso unitario del concreto en estado fresco (ASTM C138 Y NTP339.046).*

	MASA MOLDE	MASA MOLDE + CONCRETO	MASA NETA	VOLUMEN MOLDE	P.U (kg/m ³)	LIMITES
DISEÑO	4.711	27.24	22.469	0.00935	2403	2240- 2460 kg/m ³
PIG. BLANCO	4.771	27.32	22.549	0.00935	2412	
PIG, ROJO	4.711	27.41	22.639	0.00935	2421	

Fuente: Tecnología del concreto clase 1627

1.3.10.5. **Peso específico (NTP 400.022)**

La masa específica del material es la coordinación que hay entre su masa y la masa de un volumen igual de agua, se manejan para la verificación y diseño de la mezcla.

- **Peso específico de masa:** es la composición relacionada que se da en el peso específico del material y el volumen total.
- **Peso específico de masa saturada superficialmente seca:** en esta coordinación ay una existencia que se le da al peso del material saturado superficialmente seco y el volumen total.
- **Peso específico aparente:** es la coordinación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de la masa del mismo.

1.3.10.6. **Porcentaje de absorción (NTP 400.012)**

Es el incremento en la cantidad de material por el agua que se encuentra en los vacíos del agregado, sin tener incluida el agua pegada a la superficie externa de los materiales, determinado como una cantidad de la masa cesa. Su importancia se dará si se minimiza el agua de mezclas, involucrando así características como la resistencia a la compresión y el slump del concreto por eso se recomienda siempre tener en cuenta para poderlas corregir necesariamente.

1.3.10.7. Contenido de humedad (NTP 400.012)

El porcentaje de humedad es la correcta relación que se encuentre entre el peso del agua que se encuentra en el muestrario en una composición fresca (natural) y el peso del muestrario luego de ser evaporada toda el agua en un horno con temperatura entre los 105° - 110° C. lo expresaremos en porcentaje estos resultados varían desde cero cuando se encuentra totalmente sin agua, lo más seca que se pueda, pero no obstante no es obligatoriamente que sea del 100%. Lo que se requiere en el contenido de agua representa una de las características más necesarias y así deducir la conducta por decir posibles irregularidades en el volumen, estabilidad de trabajo o cohesiones que los agregados experimentaran y que también se verán involucrados en el diseño de mezcla.

Equipos

- Horno de secado.
- Taras y recipientes resistentes a altas temperaturas y corrosión.
- Balanza digital con una precisión de 0.01 gr para muestras de menos de 200gr y 0.1 gr para muestras de más de 200gr.
- Tenazas y espátulas.
- Guantes.

$$\text{contenido de humedad} = \frac{\text{peso humedo} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} * 100$$

1.3.11. Cemento

El cemento es un material que se obtiene gracia a la mezcla de partículas como la caliza con otros materiales calcáreos en forma limosa, en tanto, una vez que se combinan con el agua se empieza a endurecer.

Su empleo es muy común y de gran demanda en la construcción, por las propiedades que tiene como solides, como adherente y aglutinante.

Por lo tanto al cemento se le considera como un material conglomerante dado que es capaz de unir artes de varios materiales y darle cohesión con distintos tipos de dosificaciones químicas en la masa.

Cemento tipo I:

Según Montoya (2000, p. 9) define que el “cemento tipo I se obtienen por molturación conjunta de Clinker portland, una cantidad adecuada de regulador de fraguado y eventualmente, hasta un 5 por 100 de adiciones. Estas adiciones pueden ser una varias entere escoria siderúrgica, puzolana natural, cenizas volantes, filler calizo y húmedo de sílice”. En conclusión el cemento tipo I es el más usado en el rubro de la construcción ya que posee propiedades muy favorables al momento de trabajar y por supuesto también con una correcta dosificación se obtendrá una resistencia deseada o que el proyecto especifique, normal mente este cemento se utiliza para diseños de mezclas tradicionales por ejemplo que cumplan resistencias de entre valores de 210 a 280 kg/cm², adicionar también que el cemento tipo I actualmente en el mercado nacional es el más cómodo a comparación de los otros tipos de cementos. Tal como lo indica la clase de los cementos tipo I en la tabla 6, según la Instrucción española RC-97.

Tabla 6. Resistencia relativa de los tipos de cemento.

Tipo de cemento portland	Resistencia Relativa (tipo I) de los Cementos Portland			
	1 Días	7 Días	28 Días	3 Meses
TIPO I	100	100	100	100
TIPO II	75	85	90	100
TIPO III	190	120	110	100
TIPO IV	55	55	75	100
TIPO V	65	75	85	100

Fuente: Quiroz Crespo et al. (2006)

1.3.12. Agua (NTP 339.088)

El agua es uno de los materiales más importantes para la creación del concreto ya que tiene dos funciones fundamentales: activarse químicamente con el material cemento para humedecerlo y responder de manera que riegue o moje y así pueda tener una buena capacidad

de asentamiento. Se requiere de esta verificación con la finalidad de que la concordancia de agua y cemento son controles que tienen un crédito en la resistencia y retracción del concreto. De no realizarse esta verificación obligatoria, es posible que la mezcla sólida nos de baja resistencia a la compresión. Es por eso que es de prioridad los conocimientos sobre la composición del agua que se empleara en la mezcla, porque nos podríamos encontrar con fluidos, elementos que perjudiquen la mezcla. La Norma Técnica Peruana (N.T.P 339.088) decreta límites para el agua de mezcla observar tabla 7.

El agua es de absoluta necesidad ya que para la elaboración de la mezcla sus características darán una trabajabilidad requerida y su relación con el cemento que le produce solidificación.

El agua no tiene que tener residuos orgánicos e inorgánicos, porque nos ocasionara que nuestra mezcla reaccione negativamente arrojando valores inesperados.

Tabla 7. Valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua para la utilización en concreto.

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H	mayores de 7
Sólidos en suspensión (limos o arcillas)	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Abanto castillo (sf).

1.3.12.1. Efectos en el concreto si el agua no es de buena calidad

Los efectos posibles que se nos puedan presentar a causa de que el agua no sea de calidad se darán a corto, mediano y largo plazo.

- En poco tiempo un fraguado malo y alterando la resistencia del concreto.
- En mediano plazo se observara pequeños lavados que sufre el concreto la arenisca se empieza a desprender.
- En mucho tiempo se verá corrosión por la humedad y salitrera en el concreto.
- Reduce la durabilidad.
- Causa eflorescencias, manchado etc.

La verificación de los efectos a largo plazo la obtendremos de análisis químicos del agua, observando que no tenga muchas sustancias alcalices, cloruros y dióxido de carbono disuelto.

Es por eso que estos estudios como el de calidad de agua son de esencial importancia y no se debería dejar de lado si queremos tener una mezcla con un buen grado de resistencia y en óptimas condiciones para la aplicación de edificaciones u objetos estructurales.

1.3.13. Dosificación del concreto por su densidad

Según Gutiérrez (2003, p. 17) otra “manera de separar los materiales de acuerdo a su densidad, es dar referencia a la cantidad de masa por el volumen unitario que se tenga, también tomando en cuenta el volumen de los vacíos. La gran necesidad de este valor será para el peso que tenga al final de este producto, para el empleo de los materiales, en el concreto ligero. Según su densidad los agregados se clasifican en:”

1.3.13.1. Densidad absoluta

Es la correcta aleación que existe en la cantidad de masa del material y el espacio o volumen que abarcan sus pequeñas partículas.

$$DA = \frac{Ps}{Vm - Vv}$$

Ps = peso del material seco.

Vm = volumen de la masa.

Vv = volumen de vacíos.

1.3.13.2. Densidad nominal

Es la aleación que se produce por la cantidad de masa del material y el espacio o volumen que abarcan sus pequeñas partículas del agregado también incorporando los poros que están saturados y no saturados. (Según Gutiérrez, 2003, p. 18)

$$DA = \frac{Ps}{Vm - Vvs}$$

Ps= peso de la muestra seca

Vm= volumen ocupado por la muestra

Vvs= volumen de los poros saturables

1.3.13.3. Densidad aparente

Esta medida entre la masa y el volumen aparente está definida por la aleación de pesos y la masa de las pequeñas partículas del agregado incluido las partes donde se satura y no satura.

Es de conveniencia darle importancia a la densidad aparente ya que se puede determinar en estado natural y en estado húmedo, dependiendo en qué estado de saturación se encuentren los poros.

El área de la tecnología de concretos la densidad aparente es de suma importancia ya que gracias a ella es que se podrá calcular valores del peso de agregados necesarios para un buen volumen unitario de la mezcla observar tabla 8.

$$Densidad\ aparente = \frac{Ps}{Vm}$$

Ps= Peso seco de la masa

Vm=Volumen ocupado por la masa

Tabla 8. Tabla de conductividad térmica v/s densidad aparente.

Material	Densidad aparente	Conductividad térmica
	kg/m ³	w/m °C
Hormigón armado normal	2400	1.4
hormigón con áridos ligeros	600	0.15
hormigón con áridos ligeros	1000	0.28
hormigón con áridos ligeros	1400	0.47
hormigón celular con áridos silíceos	600	0.29
hormigón celular con áridos silíceos	1000	0.58
hormigón celular con áridos silíceos	1400	0.94

Fuente: Estudio Técnico y Económico para la elaboración de bloques de hormigón liviano en base a poliestireno expandido, pág. 24.

1.3.14. Perlas de poliestireno

El poliestireno expandido tiene diversas formas de aplicar en el rubro de la construcción civil puesto que el mismo tiene unas características que le dan opción a ser un material versátil en el campo. El poliestireno como agregado, facilita al concreto ligero porque demostrara una buena capacidad de deformación ya que estas perlas de poliestireno están hechas a base de plásticos observar figura N° 5.



Figura 5. Perlas de poliestireno.

Fuente: Architecture, Engineering, Construcción (sf).

1.3.14.1. Procedencia del poliestireno

“Es un polímero. La base del poliestireno es el estireno, un líquido cuyas moléculas se polimerizan, dando origen a las macro moléculas de poliestireno. El estireno se mezcla íntimamente con agua y un agente expansión: el hidrocarburo pentano C₅H₁₂.” Con los que luego se pueden verter en moldes de distintas formas para la finalidad que se le quiera dar o emplear según (Armaya, Buncuga y otros 2003, p. 11)

1.3.14.2. Aislante térmico

Este material llega a poseer densidades entre 12 kg/m³ y 30 kg/m³ se considera como un buen termoaislante. Tiene baja conductibilidad eléctrica. La característica de ser termoaislante no lo exonera de la resistencia al impacto de la radiación ultra violeta, es por eso que la mejor opción de uso es que el material permanezca alejado del impacto solar. Para contrarrestar estos rayos de incidencia o impactos solares se recubre con una capa de otro material resistente a los rayos solares, también se utiliza en interiores o después de muros con la finalidad de no dejar pasar estos rayos de incidencia. Observar la ilustración de la figura 6.

Es hidrofóbico, por lo que es incapaz de absorber agua y no genera fuego ya que al quemarse se sublima.

Cantidad o concentración de calor en un ambiente

La corriente de calor se realiza de diversas maneras:

- Por conducción: El calor se origina en el interior de los cuerpos a través de moléculas con distintas temperaturas, produciendo contactos y rozamiento unas a otras.
- Por radiación: Son los rayos solares que emiten temperaturas a los cuerpos. Mientras se incrementa la temperatura disminuye el flujo de calor.
- Por convección: Esta se transfiere solo con la ayuda de gases y líquidos.

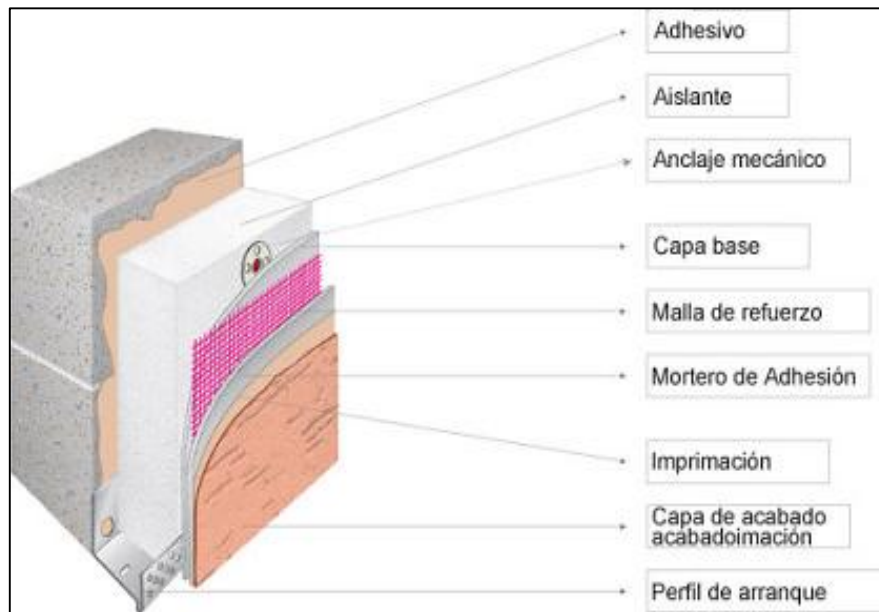


Figura 6. Aislamiento térmico.

Fuente: Certificados Energéticos Málaga.

1.3.14.3. Aislante acústico

Se le dice aislante acústico por que el poliestireno expandido nos da una función muy beneficiosa que es la de atenuar las ondas de sonido generadas en el medio o lugar en el que se encuentre, sin embargo, como el mismo es muy poroso y posee aire, se tiene que tener en cuenta que el aire es el medio en el cual se lleva a cabo la propagación de las ondas sonoras, se daría la opción que tal vez pueda dejar pasar unas ondas, será depende de la frecuencia a la frecuencia que este emitida y su velocidad de propagación en el tipo de ambiente que se pueda encontrar ruido tal como se encuentra en la tabla 9.

Normativa referencial sobre aislamiento acústico

Existen una cierta relación de normativas adecuadas al aislamiento acústico en especial dos normas que definen y determinan los correctos ensayos que se requieren para calcular cual es el aislamiento de dicho material. La norma que inicia es la C423 creada por la American Standard Testing of Materials (ASTM) y la segunda normativa es la UNE-EN ISO 717-I. En esta investigación tomaremos como referencia la segunda norma por su fácil uso de obtención y además que ya han sido usados en algunos países vecinos como Chile y Colombia para elaboración de pequeñas edificaciones construidas a base de placas térmicas empleando el poliestireno.

Tabla 9. Niveles recomendados de ruido interior.

DESTINO/ACTIVIDAD	NIVEL MÁXIMO DE RUIDO
Dormitorios	30 a 40 dB
Biblioteca Silenciosa	35 a 40 dB
Sala Estar	40 a 45 dB
Oficinas Privadas	40 a 45 dB
Aula de escuelas	40 a 45 dB
Oficinas Generales	45 a 50 dB

Fuente: INDECOPI E040 2009.

1.3.14.4. Importancia del aislamiento térmico y acústico

El concreto con aislamiento térmico y acústico, nos produce disminuir los gastos que se realizaban por energías que se usan normalmente en estos tiempos. Nos proporcionara una conservación de temperatura regulada en todos los ambientes sin la obligación de aguantar las alteraciones de temperatura. Al emplear partículas que sean reductoras o aislantes de rayos de calor, también tienen que actuar como muros disipadores de sonido reduciendo las gradientes de temperatura. En conclusión tener salones ambientes u otros en los que no se escuchara ruidos o molestias de sonidos externos a la habitación empleada. Como apresarían en un ensayo de aislamiento acústico en la figura 7, y en la tabla 10 su capacidad de aislante acústico y térmico según su densidad. Al respecto (Méndez, 2008, p, 89)

Tabla 10. Capacidad de aislación acústica y térmica.

Densidad (kg/m³)	Conductividad térmica (Kcal/mh°C)	Reducción de ruidos por pisada (db)
200	0.052	15
250	0.076	14
300	0.079	13
350	0.082	12.5

Fuente: Aramayo, Buncuga y otros 2003.

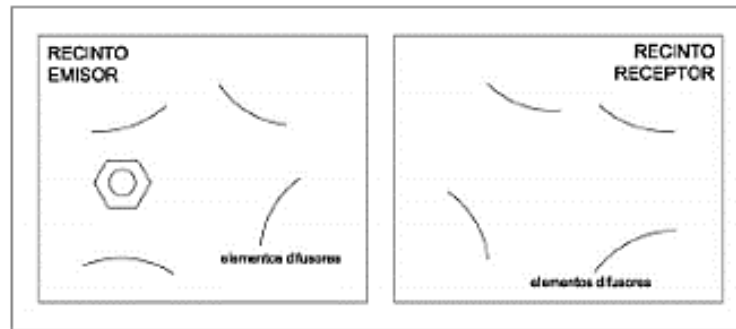


Figura 7. Méndez 2008.

Fuente: Méndez 2008.

Para calcular el aislante acústico en un componente constructivo la norma UNE-EN ISO717-I nos dice:

“Determinamos el aislante acústico bruto a ruido que viaja por el aire (D) de un ambiente respecto a otro ambiente, como la desigualdad que ay entre niveles de precisión sonora medidos en un ambiente donde provenga el sonido (dB) y el nivel de precisión sonora medido en el ambiente que recibe el sonido” (Aenor, 2013, p. 28).

Ecuación: Diferencia de niveles de presión sonora

$$D \text{ (dB)} = L_{p\text{emisor}} - L_{p\text{receptor}}$$

Fuente: Ministerio de momento 1988

1.3.14.5. Estabilidad dimensional

El poliestireno expandido no suele alterar sus dimensiones en presencia de las variaciones de temperatura, lo cual lo hace un material adecuado para resistir la liberación del calor emitida por el proceso exotérmico de la mezcla de concreto

1.3.15. Módulo de elasticidad del concreto ligero

El intervalo que recibe el concreto estructural de agregado ligero esta entre unos 140,000 a 210,000 kg cm^2 con (intervalo extremo de 115,000 a 280,000 kg cm^2) el cual es aproximadamente a los dos terceras partes del módulo de elasticidad del concreto convencional. Aunque en el módulo de elasticidad del concreto de agregado ligero es mucho menor que el de concreto convencional, la deflexión por carga muerta de una viga de concreto

pres forzado de agregado ligero será solamente del 15 a 25 por ciento mayor que la de una viga de concreto convencional con igual dimensiones

El módulo de elasticidad, está determinado por la formula $E = \text{Esfuerzo} / \text{Deformación}$ es una tamaño de la dureza, es decir la resistencia del concreto ligero y su alteración, observar figura 8.

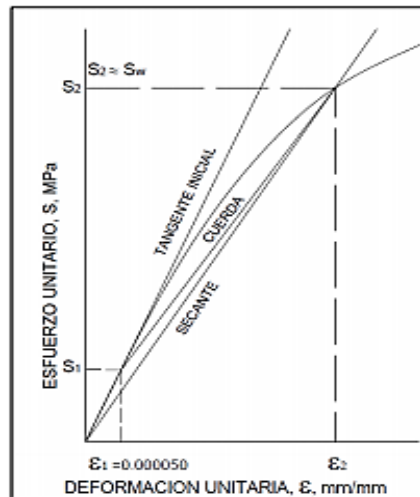


Figura 8. Curva Esfuerzo-Deformación para el hormigón.

Fuente: Quiroz Crespo et al. (2006)

1.3.16. Aditivos

Para la (NTP 334.008,2014), “Un componente que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es usado con la finalidad de ingrediente de la mezcla o concreto, y es adicionado a las mezclas inmediata antes o en el proceso de mezclado”

Los aditivos son materiales empleados parecidos a los ingredientes del concreto, ya que estos se vierten en el proceso de inicio o durante el proceso del mezclado con el propósito de:

- Cambiar una o varias de sus propiedades
- Reducir costos de operación
- Facilitar su colocación

En el concreto fresco

- Incrementa la trabajabilidad o asentamiento de la mezcla.
- Disminuye la cantidad de agua
- Modifica la velocidad o volumen de exudación
- Retardara o acelerara el tiempo que demora en fraguar.

En estado endurecido

- Reducirá o retardará el flujo de calor el cual humedece durante la solidificación.
- Incrementará la rigidez del concreto en circunstancias de exposición.
- Mejorar la adherencia del concreto al acero.

1.3.16.1. Aditivos plastificantes

Son aditivos que nos dan datos iguales de dosificación, se reducirá la dosis de agua. El incremento de la ductilidad en el concreto nos dará una trabajabilidad mucho más fácil en lugares complicados o con gran densidad de armadura, sin tener que aumentar agua a la mezcla.

1.3.16.2. Aditivos súper plastificantes

Son unas nuevas composiciones de aditivos plastificantes, dando nos un desarrollo de los aditivos que disminuyen el agua, en donde la adsorción y la amplitud de dispersión del cemento son claramente más trabajables.

También se utilizan como reductores de agua reducen estas cantidades entre 20% y 30%.

Ello permite que incremente la resistencia principalmente en las primeras edades, eso hace que también se puedan utilizar como aceleradores de endurecimiento.

1.3.17. Método del ACI

Para la realización del método del ACI se tendrá en cuenta los ensayos realizados de peso específico adsorción del agregado grueso y fino (ASTM C127 – NTP 400.021; ASTM C121 – NTP 400.022) y peso unitario (ASTM C 29 – NTP 400.017) y el peso unitario de los agregados (ASTM C121 – NTP 400.017).

1.3.18. Ensayo para determinar el peso unitario (ASTM C29 – NTP 400.017)

Esta clase de experimento proporciona la especificación del peso unitario suelto o comprimido y determina también los valores en el agregado fino, grueso o en la combinación de los dos. Este procedimiento se emplea en agregados de una medida exageradamente nominal de 150 mm” (NTP400.017, 1995, p5).

Equipos:

- Una lampa.

- Varilla de acero para compactar $340\text{g} \pm 15\text{g}$ de peso con uno los lados de que se encuentra circularmente plano de $25\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ de diámetro.
- Molde o recipiente
- Balanza electrónica con precisión de 0.1 gr

Procedimiento compacto:

- se realizará el llenado del agregado en 3 capas, uniformemente proporcionadas a su altura, cada capa será compactado 25 veces con la varilla de acero.
- Luego realiza un cálculo del peso del pocillo vacío y el recipiente lleno con el agregado compactado y se anotaran los pesos obtenidos

Procedimiento en suelto

- En el molde se agregara con una cuchara a una altura que no sobrepase los 2" (50 mm) por la parte superior del molde, lo que sobrepase del molde se enrasara con una regla de metal.
- Luego se pesara el pocillo vacío y el recipiente lleno con agregado en suelto y se anotaran los pesos obtenidos.

1.3.19. Ensayo para calcular el peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C127 – NTP 400.021)

Esta Norma Técnica Peruana nos ordena un método con el cual se va poder obtener el peso propio seco, el peso propio saturado con una base seca, también nos dará el peso propio aparente y la absorción luego de 24 horas, del agregado fino (NTP 400.021, 2002, p1).

Equipos:

- Una canastilla metálica.
- Molde cónico.
- Balanza electrónica con una precisión de 0.1 gr.
- Horno.

1.3.20. Ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C127 – NTP 400.021)

Esta Norma técnica Peruana nos proporciona un método para poder calcular el peso específico seco, el peso específico saturado con una base seca, el peso específico aparente y la adsorción luego de 24 horas, del agregado fino (NTP 400.022, 2002, p1).

Equipos:

- “Balanza sensible a 0.1% del peso medio y con una eficiencia de 1000 g.
- Frasco volumétrico de 500 cm³ de capacidad, calibrado hasta 20°C.
- Molde cónico.

1.3.21. Preparación de probetas (ASTM C31)

Las probetas tendrán las mismas dimensiones que las probetas de mayor uso que son de 15 cm de diámetro y 30 cm de longitud.

Las probetas deben estar libre de impurezas, a los moldes se les aplicara petróleo para facilitar el desmoldado.

1.3.22. Mezclado

La preparación de la mezcla se realiza con una maquina mezcladora, primero se vertiera una proporción de agua según el diseño de mezcla.

Después de verter los agregados se le agrega una nueva porción de agua, después se vierte el cemento y la última porción de agua que falte, todo se realiza de manera simultánea cuando la mezcladora está rotando.

Cuando la mezcla se encuentre en un estado óptimo la vertimos en un bugí.

Con la mezcla ya prepara se procede a llenar las probetas en 3 capas y por cada capa se punzara 25 veces, en la última capa se realiza el enrasado.

Para finalizar se deja secar por 24 horas a temperatura ambiente.

1.3.23. Desmoldar y curar

Después que transcurran 24 horas para que sequen las probetas, las probetas se tendrán que desmoldar de forma cuidadosa y verticalmente.

El curado se realizará en una tina o picana de plástico llena de agua para poder dejar sumergidas las probetas durante 7, 14 y 28 días para llegar una mejor resistencia.

1.3.24. Resistencia a la compresión (ASTM C39) y (NTP 339.034)

“Esta técnica de rotura trata de ejercer una carga axial de compresión a las probetas en forma de cilindro o núcleo la cual tiene que mantenerse con un valor establecido antes de que empiece a fallar. El esfuerzo de compresión de la probeta es calculada con la división de fuerza máxima que se obtuvo en el proceso del ensayo por el lado de corte transversal de la probeta” (ASTM C39, s.f., 1p).

Procedimiento:

- “Los ensayos de compresión en las probetas curadas húmedas, se realizaran lo más antes posible.
- Las probetas tendrán que mantenerse húmedas por algún método favorable asta realizarles el ensayo.
- Todas las probetas en cierto tiempo de ensayo dado serán ensayadas con un tiempo ya predestinado.
- Colocación de las probetas: coloca la parte inferior, con el lado más rígido hacia arriba, en la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque de carga con asiento esférico. Limpie la superficies de carga de los bloques superior e inferior y el de las probetas de ensayo y coloque este en el bloque de carga inferior, cuidadosamente alinee el eje de la probeta con el centro de carga del bloque con asiento circular.
- Luego se aplicara una presión a la probeta para que esta falle y anote la presión máxima que aguanto la probeta cuando se le ejerció presión en el ensayo. Tenemos que identificar fallas que se presenten en las probetas” (ASTM C39, s.f., p3).

1.3.25. Resistencia a la tracción (ASTM C496) Y (NTP 339.034)

“Esta técnica de ensayo trata de ejercer una presión comprensiva diametral al lado longitudinal de una probeta cilíndrica de concreto con una carga que se encuentra con valores establecidos hasta que se observen anomalías en la probeta. Esta presión presentara esfuerzos de tensión en la superficie obtenida la carga aplicada y relativamente esfuerzos de compresión altos en el área inmediatamente alrededor de la carga aplicada. El defecto por tensión se presenta en remplazo del defecto por compresión por que los espacios donde se ejerce la presión se encuentran en compresión tri axial, por lo cual se le aplica presiones en estado de compresión mayores a los resultados indicando por una técnica de resistencia a compresión uní axial” (ASTM C496), s.f., p1).

Procedimiento:

- “marcado: se subraya unas rectas diametrales en cada lado de la probeta utilizando un dispositivo.
- Medidas: se determina el diámetro de la probeta de muestra con un valor muy cerca de 0.01 pulg. (0.25 mm) realizando el promedio de 3 diámetros con medidas muy pegadas a los lados y en la mitad de la probeta situando en la base plana donde se dibujaron las líneas marcadas en los dos lados planos. Calcule la longitud de la probeta con aproximación de 0.1 pulg. (2.5 mm) con la aseguración de las distancia fueron promediadas y tomadas desde un plano.
- Posición utilizando las rayitas dibujadas diametralmente: coloque al medio las rayitas de plywood dado que la longitud del medio de la probeta. Ponga la probeta en línea de plywood y poner en el mismo sentido con las líneas dibujadas en los lados de la probeta sean verticales y centradas sobre la franja de plywood. ponga una franja más de plywood a lo largo de la probeta, ubicada en el medio de las líneas dibujadas en los lados extremos de las probetas. Coloque el ensamble para asegurar los siguientes requisitos.
- Coloca miento por empleo de alineadores: coloque las tiras de carga, las probetas de ensayo, y el objeto que ejerce carga secundaria por ayuda del alineador patrón como para que la barra de carga secundaria y el medio central de la probeta estén derechamente por debajo del centro de impulsión del bloque de carga esférica.
- Razón de carga: utilice la carga repetidas veces y sin golpes, con una concurrencia de carga que estén entre los 100 a 200 Ppsi/min (689 a 1380 KPa/min) el trabajo de tensión por quebradura hasta la falla de la probeta. Registrará la cuanto de carga aguanta como máximo, determinada por el instrumento máquina de fallas. Anotar el tipo de rotura y las características de la probeta de concreto. Un esfuerzo de compresión elevado para el resuelto determinado por un ensayo de resistencia a compresión uniaxial” (ASTM C4496, s.f., p3).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿De qué manera influye la adición de perlas de poliestireno en las propiedades del concreto?

1.4.2. Problemas específicos

¿De qué manera la adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante nos dará una resistencia a la compresión de $f'c$ 210 kg/cm^2 ?

¿De qué manera la adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante nos dará una densidad apropiada para el concreto ligero?

¿De qué manera la adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante nos dará una resistencia a tracción apropiada para el concreto ligero?

1.5. Justificación del estudio

I. **Conveniencia:** el concreto con perlas de poliestireno por estar conformado de un agregado de pequeñas bolitas de poliestireno que no son de gran masa hace que su peso sea minúsculo, estas son unas de las propiedades con las que se disminuye en gran porción el peso en las construcciones como edificios, viviendas y también reduciremos horas hombres en construcciones in situ según Perca (2015. P.38).

II. **Relevancia social:** este sistema de elaboración de concreto ligero para uso estructural beneficiara en gran parte a las construcciones de gran altura, viviendas y construcciones en general, creando ambientes térmicos y acústicos agradables gracias a las perlas de poliestireno que se le agregara al concreto.

III. **Justificación económica:** al implementar concreto con perlas de poliestireno si la preparación a gran escala de concretaras como en otros países tienen industrias dedicadas a la preparación de concreto ligero acá en Perú lograríamos obtener un precio igual al de los concretos convencionales y hasta inclusive podríamos reducir estos precios según Cornejo, Hernández y Orellana. (2008, P.37).

IV. **Aporte teórico:** en España el poliestireno actualmente es un material altamente utilizado en la ingeniería civil ya que proporciona suficiente resistencia al momento de realizar encofrados de losas reticulares. Lo que buscamos que el agregado grueso cuando sea

reemplazado por las perlas de poliestireno nos dé un resultado de una mezcla ligera más económica y con las mismas resistencias que el concreto convencional, además de ayudar al planeta ya que está pensada para ser un agente reductor de la basura no reciclable, pero si reusable.

V. **Aporte práctico:** decimos que la elaboración de concreto ligero con perlas de poliestireno es innovador y colabora mucho con el medio ambiente dando soluciones a los aspectos climáticos también se lograra aligerar los edeficios con la misma cantidad de masa.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La adición de perlas de poliestireno permitirá obtener un concreto ligero.

1.6.2. Hipótesis especifica

- La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una densidad menor o igual a 1850 kg/m^3
- La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una resistencia a tracción entre 8 y 15% de la resistencia a la compresión.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de la adición de perlas de poliestireno en las propiedades del concreto.

1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una resistencia a la compresión de $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Determinar la cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una densidad apropiada del concreto ligero.
- Determinar la cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una resistencia a tracción apropiada del concreto ligero.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

El diseño de investigación del estudio es cuasi experimental.

Para (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, pág. 160) “en una investigación cuasi experimental [...] se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas, antecedentes) para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos – consecuentes [...])”.

Diseño cuasi experimental: porque se manipulara la variable independiente que es el concreto ligero para conocer sus efectos en las propiedades del concreto para uso estructural.

2.1.1 Método de investigación

El método de investigación es Científico

Ofrece un conjunto de técnicas y procedimientos para la obtención de un conocimiento teórico con validez y comprobación científica mediante el uso de instrumentos fiables que no dan lugar a la subjetividad. Mediante algunos experimentos se demuestra la capacidad de reproducción de un mismo hecho al usar los mismos mecanismos en diferentes contextos accionados por distintas individuos. según (Hernández, Fernández y Baptista, 2016, pág. 160)

Metodo de científico: por la razón que se está usando técnicas o pruebas contundentes para validar nuestra investigación como lo son los ensayos de laboratorios

2.1.2 Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativa.

Para (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). Nos dice que si se somete a prueba las hipótesis mediante el empleo de los diseños de investigación apropiadas. Si los resultados corroboran las hipótesis o son congruentes con estas, se aporta evidencia a su favor. Si se refutan, se descartan en busca de mejores explicaciones y nuevas hipótesis. Al apoyar las hipótesis se genera confianza en la teoría que la sustente. Si no es así, se descartan las hipótesis y eventualmente la teoría.

2.1.3 Nivel de investigación

El nivel de investigación del estudio es explicativo

Para (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, pág. 86) “los investigaciones explicativas se extienden más allá de las descripciones de definiciones o anomalías o del

acuerdo de aparentar conceptos, están dirigidas a dar una respuesta a las causas de los actividades físicas o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da este o porque dos o más variables están relacionadas.

Nivel explicativo: es explicativo pues se pretende conocer las relaciones causa efecto en la mezcla con la adición de perlas de poliestireno y el impacto en las propiedades del concreto.

2.1.4 Tipo de investigación

El tipo de investigación del estudio será aplicada.

Para (Murillo, 2008 pág. 15), “la investigación aplicada se le atribuye el nombre de estudio práctico o empírico, que se determina por buscar que sea aplicable o utilizable de todos los entendimientos requeridos, aprendidos a la vez que se recolectan otros, luego de haber implementado y sistematizado los hechos reales en la investigación [...]”.

Aplicada: por el motivo que se aplicaran conocimientos científicos tal como el caso de la elaboración de mezcla representado por el método del ACI y la preparación de probetas según norma E.060 de concreto armado.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Variables

V1: Concreto ligero.

V2: Uso estructural.

2.2.2 Operación de variables

Tabla 11. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Elaboración de Concreto Ligero	Es un tipo de concreto de menor peso al convencional ya que está conformado con unos materiales que le ayuden ser más ligero como las perlas de poliestireno los cuales serán diseñados con una serie de propiedades mecánicas para que sea de uso estructural.	Variable Independiente Concreto ligero	Dosificación del concreto ligero con una densidad de 1850, 1800 y 1750 kg/m ³	Resistencia ≥ 210 kg/cm ²
			Aditivos	Proporciónamiento (%)
			Ensayo de materiales	Propiedades físicas de los materiales
			Diseño	Proporciónamiento de los materiales
Para uso estructural	Según Bustamante y Díaz (2014), el “concreto ligero cuando está en un estado plástico, no debe exceder a 1,900 kg/m ³ . Por eso entendemos que posee pesos unitarios por debajo del rango del concreto convencional, que están limitados entre 2,200 kg/m ³ y 2,400 kg/m ³ . Este concreto nos dará una resistencia a los 28 días de acuerdo al peso específico” (p.35).	Variable Dependiente Uso estructural	Densidad del concreto ligero	Densidad $\leq 1,850$ kg/m ³
			Resistencia del concreto ligero	Resistencia ≥ 210 kg/cm ²
			Tracción del concreto ligero	Entre 8 y 15% de la resistencia a compresión

Fuente: Elaboración propia.

“Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018”

Tabla 12. Matriz de consistencia (generalidades)

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿De qué manera influye la adición de perlas de poliestireno en las propiedades del concreto?	Determinar la influencia de la adición de perlas de poliestireno en las propiedades del concreto.	La adición de perlas de poliestireno nos permitirá obtener un concreto ligero.	Variable Independiente Elaboración de concreto ligero	Dosificación del concreto ligero con una densidad de 1850, 1800 y 1750 kg/m ³ .	Densidad absoluta	TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada NIVEL DE INVESTIGACION : Explicativo DISEÑO DE INVESTIGACION : Cuasi Experimental
					Densidad nominal	
					Densidad aparente	
				Perlas de poliestireno	Procedencia del poliestireno	
					Aislante térmico Aislante acústico	
				Aditivos	Proporcionamiento (%)	
				Ensayo de materiales	Propiedades físicas de los materiales	
Diseño	Proporcionamiento de los materiales					
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS				
¿De qué manera la adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante nos dará una resistencia a la compresión de f'c 210 kg/cm ² ?	Determinar la cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una resistencia a la compresión de f'c 210 kg/cm ² .	La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una resistencia a la compresión de f'c 210 kg/cm ² .	Variable Dependiente Para uso estructural	Resistencia a la compresión del concreto ligero	Resistencia ≥ 210 kg/cm ²	
¿De qué manera la adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante nos dará una densidad apropiada para el concreto ligero?	Determinar la cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una densidad apropiada del concreto ligero.	La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una densidad menor o igual a 1850 kg/m ³		Densidad del concreto ligero	Densidad ≤ 1,800 kg/m ³	
¿De qué manera la adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante nos dará una resistencia a la tracción apropiada para el concreto ligero?	Determinar la cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una resistencia a la tracción apropiada del concreto ligero.	La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una resistencia a la tracción entre 8 y 15% de la resistencia a la compresión.		Tracción diametral del concreto ligero	Entre 8 y 15 % de la resistencia a compresión	

Fuente: elaboración propia

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Probetas elaboradas de concreto ligero en base a perlas de poliestireno con aditivo plastificante 45 unidades.

Para (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, pág. 174). Nos dice que las poblaciones deben situarse claramente en torno a sus características de contenido, de lugar y el tiempo.

En esta investigación clara mente nuestra población son probetas cilíndricas.

2.3.2 Muestras

Numero de probetas de ensayo para validar nuestro diseño

Para (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, pág. 173). Para el proceso cuantitativo la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectaran datos, y que tienen que definirse o delimitarse de antemano con precisión, este deberá ser representativo de dicha población.

El número de probetas que se ensaya es de 3 probetas por cada tanda de diseño respecto a la densidad de diseño que se requiera, para practicarles los ensayos necesarios para cada diseño de mezcla. Esa carga expresada unitariamente con respecto a la superficie sobre la que se ejerce la carga, se le dice carga de rotura este valor se obtiene según las (Normas UNE-724 y 7242, p 55).

a) Resistencia a la compresión

Tabla 13. Densidad requerida para la resistencia a compresión

Edad (Días)	Densidad de la mezcla con aditivo plastificante		
	1850 kg/m ³	1800 kg/m ³	1750 kg/m ³
7 días	3	3	3
14 días	3	3	3
21 días	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

SUB TOTAL DE PROBETAS: 27

b) Resistencia a la tracción

Tabla 14. Densidad requerida para la resistencia a tracción diametral

Edad (Días)	Densidad de la mezcla con aditivo plastificante		
	1850 kg/m ³	1800 kg/m ³	1750 kg/m ³
7 días	2	2	2
14 días	2	2	2
21 días	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

SUB TOTAL DE PROBETAS: 18

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad:

2.4.1 Técnicas

Para este proyecto de investigación se trabajó con las respectivas técnicas:

ANÁLISIS DOCUMENTAL

Se analizó toda la información que se obtuvo de los ensayos de laboratorio, mediante el programa MIROSOFT EXCEL.

2.4.2 Instrumentos

PROTOCOLOS

Los protocolos son datos estándares que se obtienen de la Norma Técnica Peruana del reglamento nacional de edificaciones E.060 de concreto armado, los antes mencionados nos permiten determinar, si el remplazo de perlas de poliestireno por el agregado grueso influye de manera positiva en las características mecánicas del concreto de $f'c=210$ kg/cm².

2.4.3 Materiales utilizados

Arena gruesa y piedra chancada utilizada de $\frac{3}{4}$ " – $\frac{1}{2}$ ".

Los agregados se obtuvieron de la cantera TRAPICHE también conocida como "Rio Seco".

Propietario: Trapiche

Provincia: Lima

Distrito: Carabayllo

Departamento: Lima

Se encuentra ubicado a la altura del km 35 de la Túpac Amaru de Carabayllo en la entrada de río seco.

Cemento tipo I (sol), ya que este cemento no contiene adición de ningún tipo nos facilita averiguar de qué manera influye el perlas de poliestireno expandido.

2.4.4 Validez y confiabilidad

No es necesario de una validación ya que se confía en los resultados por la razón de que se elabora por especialistas muy calificados y también utilizando formatos estandarizados por la NTP, ASTM Y RNE de concreto armado, se requerirá de validación.

2.5 Método de análisis de datos

Este análisis está ligado a la hipótesis por que se verifico los valores adquiridos por los ensayos, por medio de reglas normas y protocolos, instrumentos confiables que nos dan la seguridad de juntar los datos que muestran u ocurre en la realidad sin modificarlos, después de tener los valores arrojados por los ensayos de resistencia a la compresión y tracción para saber cuál es el comportamiento de las probetas con la adición de perlas de poliestireno. El cálculo de los datos extraídos en laboratorio serán realizados con el uso delo programa Microsoft Excel.

2.6 Aspectos éticos

Todos los datos e información de la presente investigación se realizaron de manera correcta y con responsabilidad social, valorando la propiedad intelectual de otros autores, con la confianza de resultados fiables para la presente investigación.

III. RESULTADOS

En esta investigación denominada, “ELABORACION DE UN CONCRETO LIGERO PARA USO ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA 2018” se busca realizar el diseño de un concreto ligero para uso estructural con la finalidad de alivianar

las cargas muertas, incorporando perlas de poliestireno de ¼” en la mezcla, a su vez llegar a una resistencia deseada mayor o igual a 210 kg/cm^2 con una densidad menor o igual a 1850 kg/m^3 , para que nuestro concreto se considere ligero y de uso estructural, se tendrá que cumplir estos requisitos tal como lo exige NTP 339.034, NTP 339.046 y la ASTM 567. Para lo cual se realizara 3 diseños de mezcla que son analizados y evaluados en un tiempo de curado de 21 días, ya que la finalidad es lograr una resistencia $\geq 210 \text{ kg/cm}^2$, densidad $\geq 1850 \text{ kg/m}^3$ tal como la NORMA E.060 menciona, es decir que la resistencia mínima de un concreto estructural es 210 kg/cm^2 .

1- Diseño de Mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ + perlas de poliestireno de ¼ + aditivo plastificante para una densidad de 1850 kg/m^3 .

2- Diseño de Mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ + perlas de poliestireno de ¼ + aditivo plastificante para una densidad de 1800 kg/m^3 .

3- Diseño de Mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ + perlas de poliestireno de ¼ + aditivo plastificante para una densidad de 1750 kg/m^3 .

Concreto ligero: Es aquel concreto que es liviano, el cual debe cumplir ciertos requisitos para que se considere un concreto ligero, tal como lo menciona la NORM E.060 DE CONCRETO ARMADO donde nos dice que la norma ASTM 567 nos da parámetros sobre la densidad, donde el valor máximo de densidad tendrá que ser de 1850 kg/m^3 para que se considere concreto ligero.

3.1 Estudio del agregado

El agregado al cual se le realizó el estudio granulométrico se obtuvo de la cantera TRAPICHE esta cantera esta aproximadamente en el km 35 de la Túpac Amaru o también llamada entrada rio seco esta empresa está activa desde el 01 de Abril del 2012 hasta la actualidad.



Figura 9. Cantera trapiche

Fuente: Cantera trapiche

3.1.1 Análisis granulométrico

Se muestra los datos obtenidos del análisis granulométrico que se le realizo al agregado fino de procedencia de la cantera trapiche tal como se observa a continuación en la tabla 15.

Tabla 15. *Análisis granulométrico del agregado fino (arena gruesa)*

TAMIZ		%	% RET	%
(Pulg)	(mm)	RET	ACUM.	PASA
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.7	0.7	99.3
N° 8	2.385	11.9	12.6	87.4
N° 16	1.19	24.6	37.2	62.8
N° 30	0.6	26.9	64.1	35.9
N° 50	0.3	19.7	83.8	16.3
N° 100	0.15	10.3	94.0	6.0
FONDO		6.0	100.0	0.0

Fuente: Ing. Rolando Antonio V. Martínez CIP 71019

a) Curva de granulometría

Se muestra la curva granulométrica que arrojó nuestro agregado de prueba en la figura 10.



Figura 10. Curva de granulometría del agregado fino

Fuente: Ing. Rolando Antonio V. Martínez CIP 71019

b) Propiedades físicas

Tabla 16. Propiedades físicas del agregado fino

Módulo de Fineza	2.92
Peso Unitario Suelto (kg/m^3)	1.585
Peso Unitario Compacto (kg/m^3)	1.716
Peso Especifico	2.59
Contenido de Humedad (%)	1.21
Porcentaje de Absorción (%)	0.97

Fuente: Ing. Rolando Antonio V. Martínez CIP 71019

3.1.2 Diseño de mezcla

3.1.2.1 Método del diseño de mezcla

En este diseño de mezcla utilizaremos dos fórmulas en base a la densidad (α) y al volumen (β), agregando un aditivo plastificante al 2.5% del cemento.

$$D = W_{ce} + W_{ag} + W_{ar} + W_t \dots \alpha$$

$$V = V_{ce} + V_{ag} + W_{ar} + W_t \dots \beta$$

3.1.2.2 Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para una densidad de 1850 kg/m^3

Para un asentamiento o slump de 3" a 4"

Las propiedades físicas para el ensayo son.

- Densidad requerida = 1850 kg/m^3
- Peso específico del cemento = 2.6 gr/cm^3
- Peso específico de la masa suelta = 1.00 kg/m^3
- Contenido de humedad de la arena = 1.21%
- Adsorción de la arena = 0.97%
- Peso unitario suelto = 1585 kg/m^3
- Aditivo TM 100 = 2.5 %

PROCEDIMIENTO

1° Resistencia y asentamiento de diseño

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, slump 3" – 4"

2° Resistencia requerida más el factor de seguridad

$$f'_{cr} = f'c + F.S$$

Donde:

f'_{cr} = Resistencia Requerida

F.S = Factor seguridad

$$210 \text{ kg/cm}^2 + 85 \text{ kg/cm}^2 = 295 \text{ kg/cm}^2$$

3° Cantidad de Agua respecto a la tabla N° 17 del ACI

NOTA: como el diseño de mezcla no se requiere de piedra chancada se está optando por usar el mínimo valor de la tabla N° 17.

Valor de tabla = 228 lt

De las muestras realizadas se está trabajando con una cantidad de agua de 210 lt

Tabla 17. Agua (kg/m³) para el concreto en función del tamaño máximo nominal del agregado.

TABLA N° 1: AGUA (kg/m ³) PARA EL CONCRETO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO								
SLUMP (mm)	9,5 mm (3/8 ")	12,5 mm (1/2 ")	19,0 mm (3/4 ")	25 mm (1 ")	37,5 mm (1 1/2 ")	50 mm (2 ")	75 mm (3 ")	150 mm (6 ")
SIN AIRE INCORPORADO EN EL CONCRETO								
25 - 50 (1 " - 2 ")	207	199	190	179	166	154	130	113
75 - 100 (3 " - 4 ")	228	216	205	193	181	169	145	124
150 - 175 (6 " - 7 ")	243	228	216	202	190	178	160	—
AIRE ATRAPADO	3%	2.5%	2%	1.5%	1.5%	0.5%	0.3%	0.2%
CON AIRE INCORPORADO AL CONCRETO								
25 - 50 (1 " - 2 ")	181	175	168	160	150	142	122	107
75 - 100 (3 " - 4 ")	202	193	184	175	165	157	133	119
150 - 175 (6 " - 7 ")	216	205	197	184	174	166	154	—
TOTAL DE AIRE								
EXPOSICIÓN MEDIA	4.5%	4%	3.5%	3%	2.5%	2%	1.5%	1%
EXPOSICIÓN MODERADA	6%	5.5%	5%	4.5%	4.5%	4%	3.5%	3%
EXPOSICIÓN SEVERA	7.5%	7%	6%	6%	5.5%	5%	4.5%	4%

Fuente: Diseño de mezcla ACI

4° Contenido de aire atrapado

Aire atrapado = 3%

5° Cantidad de Cemento Respecto a la tabla N° 18 del ACI

$$c = \frac{a}{a/c}$$

Donde:

a = agua

c = cemento

Tabla 18. Relación de Agua Cemento y resistencia a la compresión requerida

TABLA N°2: RELACIÓN AGUA CEMENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		RELACIÓN AGUA CEMENTO (a / c)	
Mpa	(kg/cm ²)	SIN AIRE INCORPORADO AL CONCRETO	CON AIRE INCORPORADO AL CONCRETO
40	(408)	0,42	-----
35	(357)	0,47	0,39
30	(306)	0,54	0,45
25	(255)	0,61	0,52
20	(204)	0,69	0,6
15	(153)	0,69	0,70

Fuente: Diseño de mezcla ACI

Ya que en la tabla no se obtiene un valor exacto se realiza una interpolación con los valores más semejantes respecto a la resistencia requerida.

f ^o cr	a/c
306	0.54
295	a/c
255	0.61

$$a/c = 0.56$$

Como para este diseño de mezcla se requiere de mayor resistencia se opta por usar una relación de agua y cemento de $a/c = 0.40$

$$c = \frac{a}{a/c}$$

$$c = \frac{210}{0.40}$$

$$c = 525$$

6° Diseño de mezcla por su densidad

La densidad es igual a la sumatoria de los materiales

$$D = W_{ce} + W_{ag} + W_{ar} + W_t \dots \dots \dots \alpha$$

Donde:

D = Densidad

W_{ce} = Peso del cemento

W_{ag} = Peso del agua

W_{ar} = Peso de la arena

W_t = Peso del poliestireno

$$1850 = 525 + 210 + W_{ar} + W_t$$

$$1115 = W_{ar} + W_t \dots \dots \dots (1)$$

Diseño de mezcla para un metro cúbico m^3

$$V = V_{ce} + V_{ag} + W_{ar} + W_t \dots \dots \dots \beta$$

Donde:

V = Volumen

V_{ce} = Volumen del cemento

V_{ag} = Volumen del agua

W_{ar} = Representación del volumen de la arena

W_t = Representación del volumen del tecnopor

$$1m^3 = \frac{525}{3150} + \frac{210}{1000} + \frac{W_{ar}}{2600} + \frac{W_t}{180}$$

$$1m^3 = 0.167 + 0.210 + \frac{W_{ar}}{2600} + \frac{W_t}{180}$$

$$1m^3 - 0.167 - 0.210 = \frac{W_{ar}}{2600} + \frac{W_t}{180}$$

$$0.623 = \frac{W_{ar}}{2600} + \frac{W_t}{180}$$

Multiplicamos todo por 2600

$$1619.8 = War + 14.44 Wt \dots\dots\dots (2)$$

Ecuación en (1) en (2)

$$1619.8 = (1115 (-Wt) + 14.44 Wt)$$

$$1619.8 - 1115 = 13.44 Wt$$

$$\frac{504.8}{13.44} = Wt$$

$$37.56 = Wt$$

37.56 = Wt En la ecuación (1)

$$1115 = War + 37.56$$

$$War = 1115 - 37.56$$

$$War = 1077.44$$

Resultados obtenidos:

$$Wce = 525 \text{ kg/m}^3$$

$$Wag = 210 \text{ kg/m}^3$$

$$War = 1077 \text{ kg/m}^3$$

$$Wt = 37.56 \text{ kg/m}^3$$

7° Resultado del diseño de mezcla para un m³

Tabla 19. Diseño de mezcla para un m³ con una densidad de 1850 kg/m³

DISEÑO DE MEZCLA SECA				DISEÑO DE OBRA			CONVERSIÓN EN kg	
	Ws	Pe	Vol	W.U.S	W.O	W.U.O	W.U.O x 42.5	Vol (m ³)
CEMENTO	525	3150	0.167	1	525	1	42.5	1 bolsa
AGUA	210	1000	0.210	0.40	$210 - \left[1077.4 \left(\frac{1.21 - 0.97}{100} \right) \right] = 207.4$	0.39	16.6	16.6
ARENA	1077.44	2600	0.414	2.05	$1077.44 \left[1 + \left(\frac{1.21}{100} \right) \right] = 1090.5$	2.08	88.4	1.97
TECNOPOR	37.56	180	0.209	0.07	37.56	0.0715	3.04	3.04
			1.00			3.54		

Fuente: Elaboración propia

$$P_{us} = \frac{W}{V} \rightarrow V = \frac{W}{P_{us}} m^3 * \frac{35.31}{1m^3} pie^3 \rightarrow V = \frac{88.4}{1585} * 35.31 \rightarrow V = 1.97 pie^3$$

Resultado: 1:1.97, 16.6 lt/bolsa, 3.04 kg/bolsa

Mezcla de prueba para 3 probetas $\frac{\text{Para 3 probetas}}{54} \rightarrow F_{ce} = \frac{54}{3.54} \rightarrow F_{ce} = 15.25$

Tabla 20. Diseño de mezcla para 3 probetas con una densidad de 1850 kg/m³

MATERIALES	UNID	TANDA DE DISEÑO
Cemento	Kg	11.11
Agregado fino	Kg	21.4
Agua	Lt	3.95
Tecnopor	Kg	0.790
Aditivo	ml	0.250

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.3 Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para una densidad de 1800 kg/m³

Para un asentamiento o slump de 3" a 4"

Las propiedades físicas para el ensayo son.

- Densidad requerida = 1850 kg/m³
- Peso específico del cemento = 2.6 gr/cm³
- Peso específico de la masa suelta = 1.00 kg/m³
- Contenido de humedad de la arena = 1.21%
- Adsorción de la arena = 0.97%
- Peso unitario suelto = 1585 kg/m³
- Aditivo TM 100 = 2.5 %

PROCEDIMIENTO

1° Resistencia y asentamiento de diseño

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, slump 3" – 4"

2° Resistencia requerida más el factor de seguridad

$f'cr = f'c + F.S$

$210 \text{ kg/cm}^2 + 85 \text{ kg/cm}^2 = 295 \text{ kg/cm}^2$

3° Cantidad de Agua respecto a la tabla N° 17 del ACI

NOTA: como el diseño de mezcla no se requiere de piedra chancada se está optando por usar el mínimo valor de la tabla N° 17.

Valor de tabla = 228 lt

De las muestras realizadas se está trabajando con una cantidad de agua de 210 lt

4° Contenido de aire atrapado

Aire atrapado = 3%

5° Cantidad de Cemento Respecto a la tabla N° 18 del ACI

$$c = \frac{a}{a/c}$$

Ya que en la tabla no se obtiene un valor exacto se realiza una interpolación con los valores más semejantes respecto a la resistencia requerida.

f'cr	a/c
306	0.54
295	a/c
255	0.61

$$a/c = 0.56$$

Como para este diseño de mezcla se requiere de mayor resistencia se opta por usar una relación de agua y cemento de $a/c = 0.40$

$$c = \frac{a}{a/c}$$

$$c = \frac{210}{0.40}$$

$$c = 525$$

6° Diseño de mezcla por su densidad

La densidad es igual a la sumatoria de los materiales

$$D = W_{ce} + W_{ag} + W_{ar} + W_t \dots \dots \dots \alpha$$

$$1800 = 525 + 210 + W_{ar} + W_t$$

$$1065 = W_{ar} + W_t \dots \dots \dots (1)$$

Diseño de mezcla para un metro cúbico m^3

$$V = V_{ce} + V_{ag} + W_{ar} + W_t \dots \dots \dots \beta$$

$$1m^3 = \frac{525}{3150} + \frac{210}{1000} + \frac{W_{ar}}{2600} + \frac{W_t}{180}$$

$$1m^3 = 0.167 + 0.210 + \frac{W_{ar}}{2600} + \frac{W_t}{180}$$

$$1m^3 - 0.167 - 0.210 = \frac{W_{ar}}{2600} + \frac{W_t}{180}$$

$$0.623 = \frac{W_{ar}}{2600} + \frac{W_t}{180}$$

Multiplicamos todo por 2600

$$1619.8 = W_{ar} + 14.44 W_t \dots \dots \dots (2)$$

Ecuación en (1) en (2)

$$1619.8 = (1065 (-W_t) + 14.44 W_t)$$

$$1619.8 - 1065 = 13.44 W_t$$

$$\frac{554.8}{13.44} = W_t$$

$$41.28 = W_t$$

$$41.28 = W_t \text{ En la ecuación (1)}$$

$$1065 = W_{ar} + 41.28$$

$$W_{ar} = 1065 - 41.28$$

$$W_{ar} = 1023.72$$

Resultados obtenidos:

$$W_{ce} = 525 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{ag} = 210 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{ar} = 1023.72 \text{ kg/m}^3$$

$$W_t = 41.28 \text{ kg/m}^3$$

7° Resultado del diseño de mezcla para un m^3

Tabla 21. Diseño de mezcla para un m^3 con una densidad de 1800 kg/m^3

DISEÑO DE MEZCLA SECA					DISEÑO DE OBRA		CONVERSIÓN EN kg	
	Ws	Pe	Vol	W.U.S	W.O	W.U.O	W.U.O x 42.5	Vol (m^3)
CEMENTO	525	3150	0.167	1	525	1	42.5	1 bolsa
AGUA	210	1000	0.210	0.40	$210 - \left[1023.72 \left(\frac{1.21 - 0.97}{100} \right) \right] = 207.5$	0.40	17	17
ARENA	1023.72	2600	0.394	1.95	$1023.72 \left[1 + \left(\frac{1.21}{100} \right) \right] = 1036.11$	1.97	83.73	1.87
TECNOPOR	41.28	180	0.229	0.08	41.28	0.0786	3.34	3.34
			1.00			3.45		

Fuente: Elaboración propia

$$P_{us} = \frac{W}{V} \rightarrow V = \frac{W}{P_{us}} m^3 * \frac{83.73}{1m^3} pie^3 \rightarrow V = \frac{83.73}{1585} * 35.31 \rightarrow V = 1.87 pie^3$$

Resultado: 1:1.87, 17 lt/bolsa, 3.34 kg/bolsa

Mezcla de prueba para 3 probetas

$$\frac{\text{Para 3 probetas}}{54} \rightarrow F_{ce} = \frac{40}{3.54} \rightarrow F_{ce} = 11.29$$

Tabla 22. Diseño de mezcla para 3 probetas con una densidad de 1800 kg/m³

MATERIALES	UNID	TANDA DE DISEÑO
Cemento	Kg	11.29
Agregado fino	Kg	20.33
Agua	Lt	3.95
Tecnopor	Kg	0.810
Aditivo	ml	0.250

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.4 Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para una densidad de 1750 kg/m³

Para un asentamiento o slump de 3" a 4"

Las propiedades físicas para el ensayo son.

- Densidad requerida = 1850 kg/m³
- Peso específico del cemento = 2.6 gr/cm³
- Peso específico de la masa suelta = 1.00 kg/m³
- Contenido de humedad de la arena = 1.21%
- Adsorción de la arena = 0.97%
- Peso unitario suelto = 1585 kg/m³
- Aditivo TM 100 = 2.5 %

PROCEDIMIENTO

1° Resistencia y asentamiento de diseño

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, slump 3" – 4"

2° Resistencia requerida más el factor de seguridad

$f'cr = f'c + F.S$

$210 \text{ kg/cm}^2 + 85 \text{ kg/cm}^2 = 295 \text{ kg/cm}^2$

3° Cantidad de Agua respecto a la tabla N° 17 del ACI

NOTA: como el diseño de mezcla no se requiere de piedra chancada se está optando por usar el mínimo valor de la tabla N° 17.

Valor de tabla = 228 lt

De las muestras realizadas se está trabajando con una cantidad de agua de 210 lt

4° Contenido de aire atrapado

Aire atrapado = 3%

5° Cantidad de Cemento Respecto a la tabla N° 18 del ACI

$$c = \frac{a}{a/c}$$

Ya que en la tabla no se obtiene un valor exacto se realiza una interpolación con los valores más semejantes respecto a la resistencia requerida.

f'cr	a/c
306	0.54
295	a/c
255	0.61

$$a/c = 0.56$$

Como para este diseño de mezcla se requiere de mayor resistencia se opta por usar una relación de agua y cemento de $a/c = 0.40$

$$c = \frac{a}{a/c}$$

$$c = \frac{210}{0.40}$$

$$c = 525$$

6° Diseño de mezcla por su densidad

La densidad es igual a la sumatoria de los materiales

$$D = W_{ce} + W_{ag} + W_{ar} + W_t \dots \dots \dots \alpha$$

$$1750 = 525 + 210 + W_{ar} + W_t$$

$$1015 = W_{ar} + W_t \dots \dots \dots (1)$$

Diseño de mezcla para un metro cúbico m^3

$$V = V_{ce} + V_{ag} + War + Wt \dots \dots \dots \beta$$

$$1m^3 = \frac{525}{3150} + \frac{210}{1000} + \frac{War}{2600} + \frac{Wt}{180}$$

$$1m^3 = 0.167 + 0.210 + \frac{War}{2600} + \frac{Wt}{180}$$

$$1m^3 - 0.167 - 0.210 = \frac{War}{2600} + \frac{Wt}{180}$$

$$0.623 = \frac{War}{2600} + \frac{Wt}{180}$$

Multiplicamos todo por 2600

$$1619.8 = War + 14.44 Wt \dots \dots \dots (2)$$

Ecuación en (1) en (2)

$$1619.8 = (1015 (-Wt) + 14.44 Wt)$$

$$1619.8 - 1015 = 13.44 Wt$$

$$\frac{604.8}{13.44} = Wt$$

$$45 = Wt$$

$$45 = Wt \text{ En la ecuación (1)}$$

$$1015 = War + 45$$

$$War = 1015 - 45$$

$$War = 970$$

Resultados obtenidos:

$$W_{ce} = 525 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{ag} = 210 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{ar} = 970 \text{ kg/m}^3$$

$$W_t = 45.00 \text{ kg/m}^3$$

7° Resultado del diseño de mezcla para un m^3

Tabla 23. Diseño de mezcla para un m^3 con una densidad de 1750 kg/m^3

DISEÑO DE MEZCLA SECA					DISEÑO DE OBRA		CONVERSIÓN EN kg	
	Ws	Pe	Vol	W.U.S	W.O	W.U.O	W.U.O x 42.5	Vol (m^3)
CEMENTO	525	3150	0.167	1	525	1	42.5	1 bolsa
AGUA	210	1000	0.210	0.40	$210 - \left[970 \left(\frac{1.21 - 0.97}{100} \right) \right] = 207.7$	0.40	17	17
ARENA	970	2600	0.373	1.85	$970 \left[1 + \left(\frac{1.21}{100} \right) \right] = 981.7$	1.87	79.5	1.77
TECNOPOR	45	180	0.250	0.09	45	0.086	3.66	3.66
			1.00			3.36		

Fuente: Elaboración propia

$$P_{us} = \frac{W}{V} \rightarrow V = \frac{W}{P_{us}} m^3 * \frac{35.31}{1m^3} pie^3 \rightarrow V = \frac{79.5}{1585} * 35.31 \rightarrow V = 1.77 pie^3$$

Resultado: 1:1.97, 16.6 lt/bolsa, 3.04 kg/bolsa

Mezcla de prueba para 3 probetas

$$\frac{\text{Para 3 probetas}}{54} \rightarrow F_{ce} = \frac{54}{3.54} \rightarrow F_{ce} = 15.25$$

Tabla 24. *Diseño de mezcla para 3 probetas con una densidad de 1750 kg/m³*

MATERIALES	UNID	TANDA DE DISEÑO
Cemento	Kg	11.11
Agregado fino	Kg	19.18
Agua	Lt	3.96
Tecnopor	Kg	0.940
Aditivo	ml	0.250

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.5 Proceso de elaboración

Paso 01: Identificación de los materiales

Cuando se tiene definido la cantidad de material a utilizar respecto al diseño de mezcla, empezamos a pesar los materiales que se requieren para la primera tanda de diseño tal como se muestra en la figura 11 y 12 se está calculando el peso del aditivo, perlas de poliestireno, agregado fino, cemento y agua.



Figura 11. *Imágenes del pesado de los agregados y aditivo*

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Imágenes de los agregados listos para el mezclado

Fuente: Elaboración propia

Paso 02: Mezclado de los materiales

En este caso se hace uso de una mezcladora de laboratorio, primero se introduce la arena luego introducimos el cemento, introducción de las perlas de poliestireno, introducimos la mitad del agua con aditivo aproximadamente tal como muestran en las siguientes figuras.



Figura 13. Imágenes del mezclado de materiales

Fuente: Elaboración propia

Paso 03: Identificación de la mezcla

En este paso se tiene que tomar en cuenta un punto de vista en base a la experiencia para distinguir cuando la mezcla ya está suelta es decir que están uniformemente mezclados los materiales tal como se muestra en las figuras 14.



Figura 14. Imágenes de la mezcla de diseño

Fuente: Elaboración propia

Pasó 04: Asentamiento del concreto slump respecto a la NORMA I.N.V.E – 404

En este paso se realiza el ensayo respecto a la NORMA I.N.V.E – 404 – 07 donde esta nos da a conocer el asentamiento del concreto en laboratorio o en obra. Primero se posiciona bien el cono de Abrams luego con la ayuda de un cucharon se llena una primera capa de concreto para luego con una varilla de acero efectuar 25 golpes en forma circular hasta llegar al centro del cono tal como se muestra en la figura 15.



Figura 15. Asentamiento o slump de la mezcla

Fuente: Elaboración propia

Este procedimiento es un total de tres capas de concreto para luego enrasar con la varilla la mezcla restante, para finalizar se retira el cono cuidadosamente para colocarlo volteado cerca a la mezcla ensayad, la varilla se coloca en la parte superior del cono y con la ayuda de una huincha medimos del centro del concreto cuantas pulgadas ha ascendido el concreto, tal como se muestra en la figura 16.

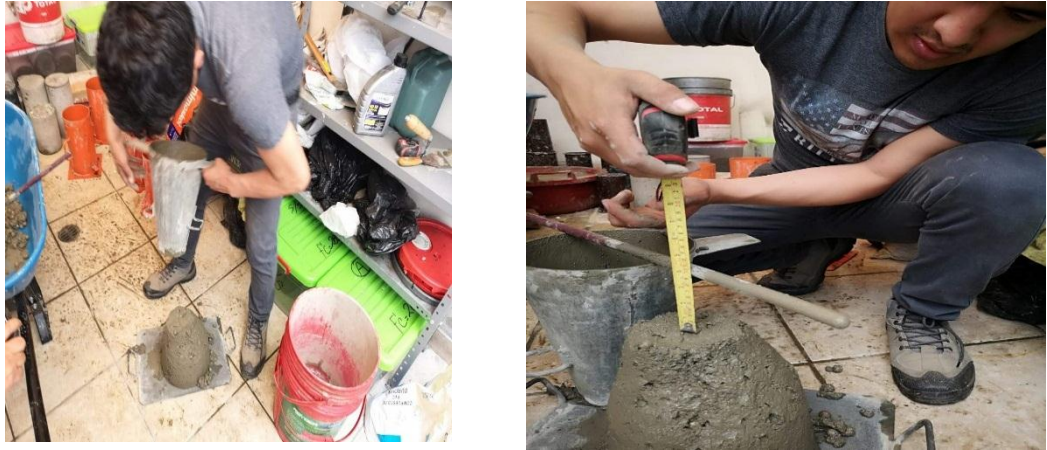


Figura 16. Imágenes del ensayo de asentamiento del concreto

Fuente: Elaboración propia

Paso 05: Preparación de probetas

Este paso se realiza con moldes metálicos para probetas, como primer paso se debe pasar con aceite o petróleo la parte interior de los moldes luego con la ayuda de un cucharón se llena una primera capa de concreto, después con la varilla efectuar 25 golpes en forma circular hasta llegar al centro del molde tal como muestra la figura 17.



Figura 17. Imágenes del preparado de probetas

Fuente: Elaboración propia

A continuación con una comba no muy grande se realiza unos cuantos golpes por la parte exterior del molde este procedimiento se realiza en tres capas finalizado los golpes se enrasa la mezcla para dejar secar durante 24 horas tal como se muestra en la figura 18.



Figura 18. Moldes de probetas enrasadas

Fuente: Elaboración propia

Paso 06: Curado del concreto

En este paso después de haber secado las probetas se realiza el desmoldado para luego pasar a la posa de agua donde empieza el curado del concreto durante 7, 14 y 21 días tal como muestra en la figura 19.



Figura 19. Curado de probetas.

Fuente: Elaboración propia

3.2 Ensayo de resistencia a compresión

En este ensayo se solicitó a un laboratorio certificado para realizar los ensayos de resistencia de compresión, para lo cual se escogió el laboratorio LEM (Laboratorio de Ensayos de Materiales) donde se añora las resistencias requerida según el tiempo de curado delas probetas tal como se muestra en la figura 20.



Figura 20. Ensayo de resistencia a la compresion del concreto.

Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Probreta fracturada .

Fuente: Elaboración propia

3.3 Resultado de los ensayos de resistencia de compresión

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de los ensayos a compresión para los diseños de mezcla de 1850 kg/m^3 , 1850 kg/m^3 y 1750 kg/m^3 , que se practicaron en el laboratorio de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI-LEM), los cuales estarán representados mediante tablas y gráficas en base a los días de curado y al diseño según su densidad para así poder contrastar los resultados obtenidos, tal como se observa en las siguientes tablas y figuras.

Tabla 25. Resultado de compresión de probetas con una densidad de 1850 kg/m^3

Ensayo de Resistencia a la Compresión							
N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Días	Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)
7B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	79.6	15,374	193
8B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	78.9	17,773	225
9B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	78.7	16,397	208
						16,514	208.7

Fuente: Elaboración propia

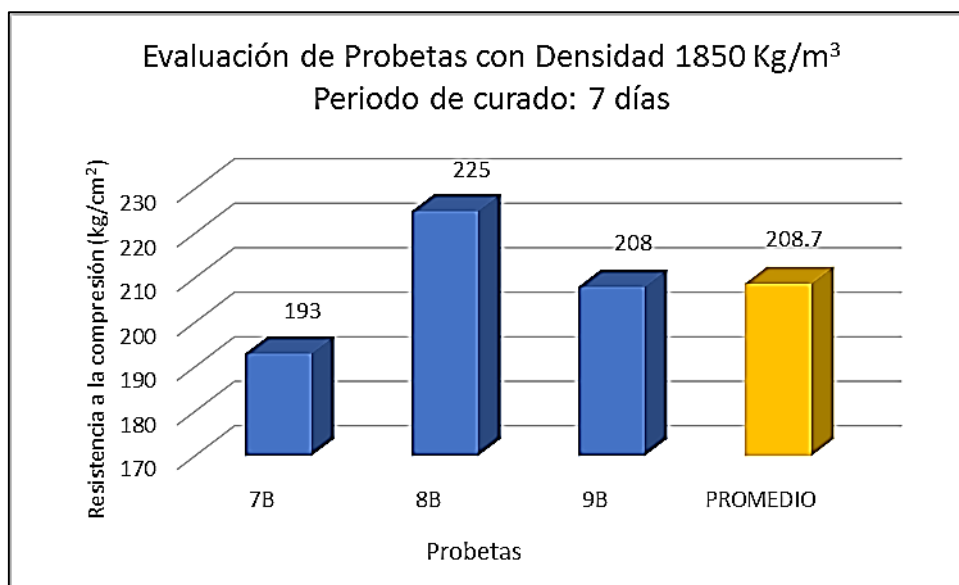


Figura 22. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m^3

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de los ensayos a compresión que se realizó a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1800 kg/m³, las cuales tuvieron un periodo de curado de 7 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la Tabla 26 y en la figura 23.

Tabla 26. Resultado de compresión de probetas con una densidad de 1800 kg/m³

Ensayo de Resistencia a la Compresión							
N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Días	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
4B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	79.3	13,464	182
5B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	78.5	15,609	199
6B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	80.0	14,575	170
						14,549.3	183.7

Fuente: Elaboración propia

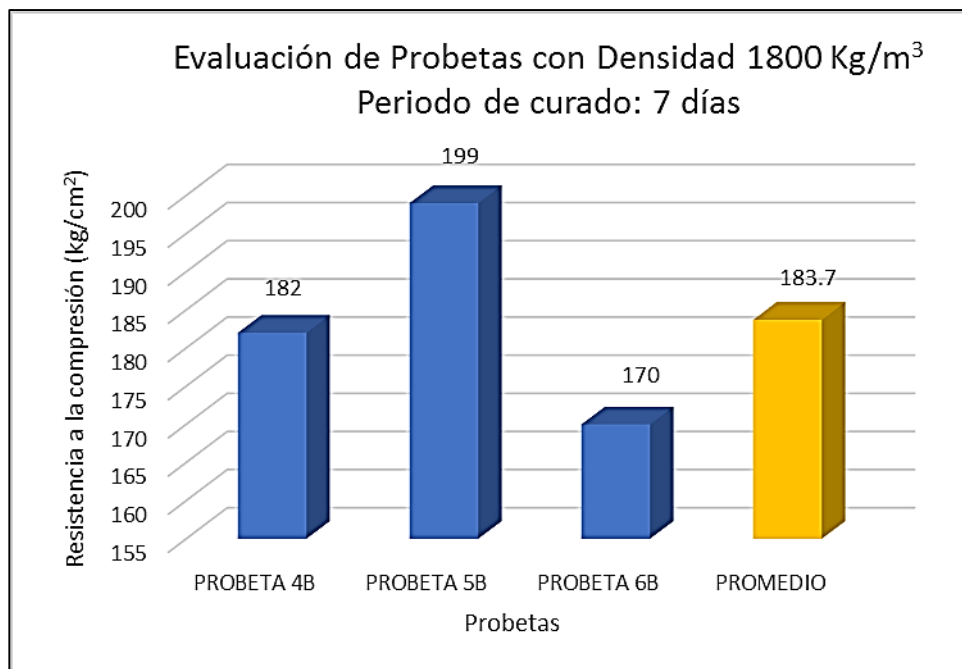


Figura 23. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m³

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos a compresión que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1750 kg/m³, las cuales tuvieron un periodo de curado de 7 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la tabla 27 y en la figura 24.

Tabla 27. Resultado de compresión de probetas con una densidad de 1750 kg/m³

Ensayo de Resistencia a la Compresión							
N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Días	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	78.3	13,429	172
2B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	78.7	13,186	168
3B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	79.7	11,171	140
						12,595	160

Fuente: Elaboración propia

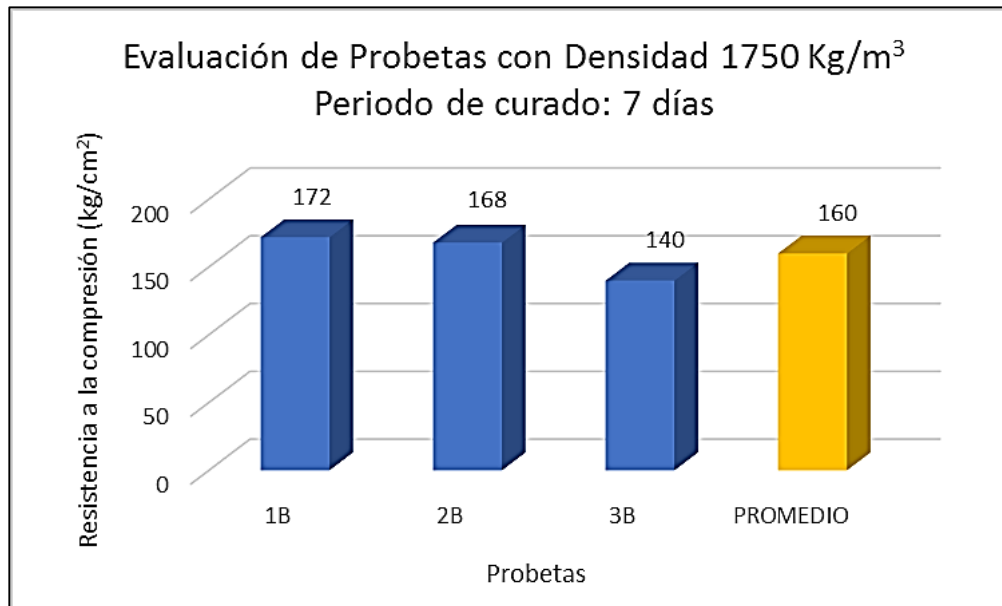


Figura 24. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m³

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos a compresión que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1850 kg/m^3 las cuales tuvieron un periodo de curado de 14 y 21 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la tabla 28 y en la figura 25.

Tabla 28. Resultado de resistencia a compresión de probetas con una densidad de 1850 kg/m^3 para 14 y 21 días.

Ensayo de Resistencia a la Compresión						
N°	Identificación de muestras	Días	Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)	Promedio
1C	Concreto ligero	14	78.1	17,812	228	237.7
2C	Concreto ligero	14	78.4	20,725	264	
3C	Concreto ligero	14	77.8	17,221	221	
1D	Concreto ligero	21	78.4	19,443	248	242
2D	Concreto ligero	21	77.8	18,828	242	
3D	Concreto ligero	21	78.4	18,502	236	

Fuente: Elaboración propia

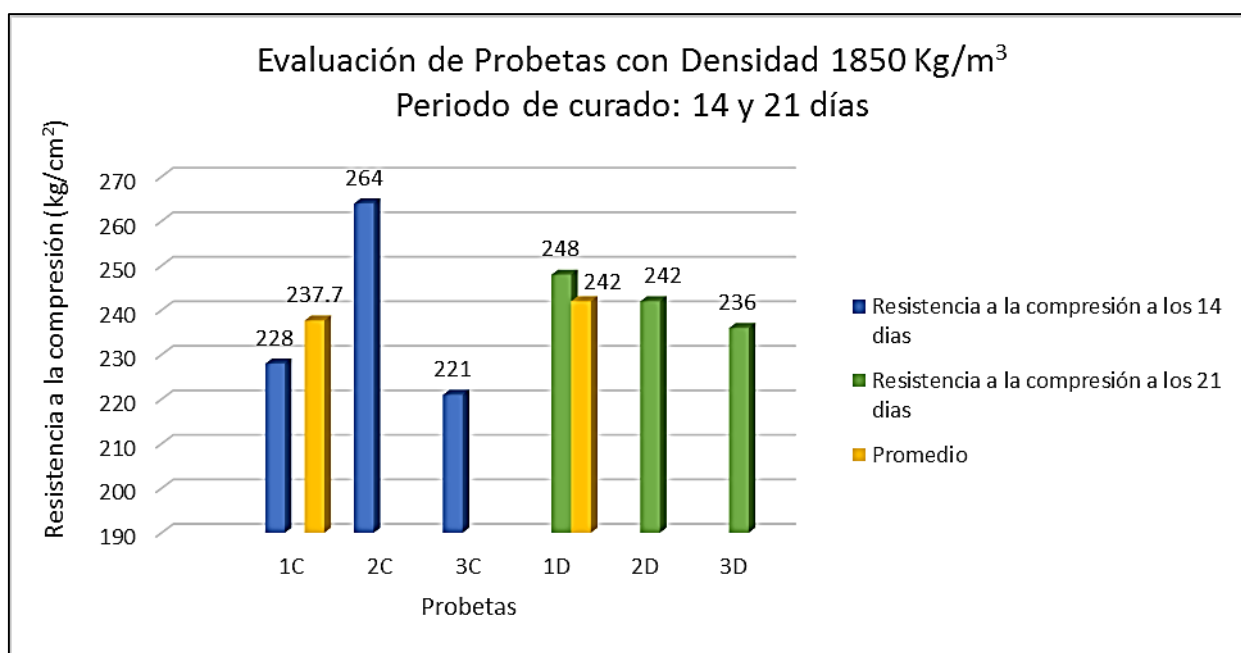


Figura 25. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m^3 con un tiempo de curado de 14 y 21 día.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos a compresión que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1800 kg/m^3 las cuales tuvieron un periodo de curado de 14 y 21 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la tabla 29 y en la figura 26.

Tabla 29. Resultado de resistencia a compresión de probetas con una densidad de 1800 kg/m^3 para 14 y 21 días.

Ensayo de Resistencia a la Compresión						
N°	Identificación de muestras	Días	Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)	Promedio
4C	Concreto ligero	14	77.0	15,922	207	207.7
5C	Concreto ligero	14	78.2	16,146	206	
6C	Concreto ligero	14	76.6	16,067	210	
4D	Concreto ligero	21	78.4	17,640	225	221.7
5D	Concreto ligero	21	77.3	16,851	218	
6D	Concreto ligero	21	77.8	17,272	222	

Fuente: Elaboración propi

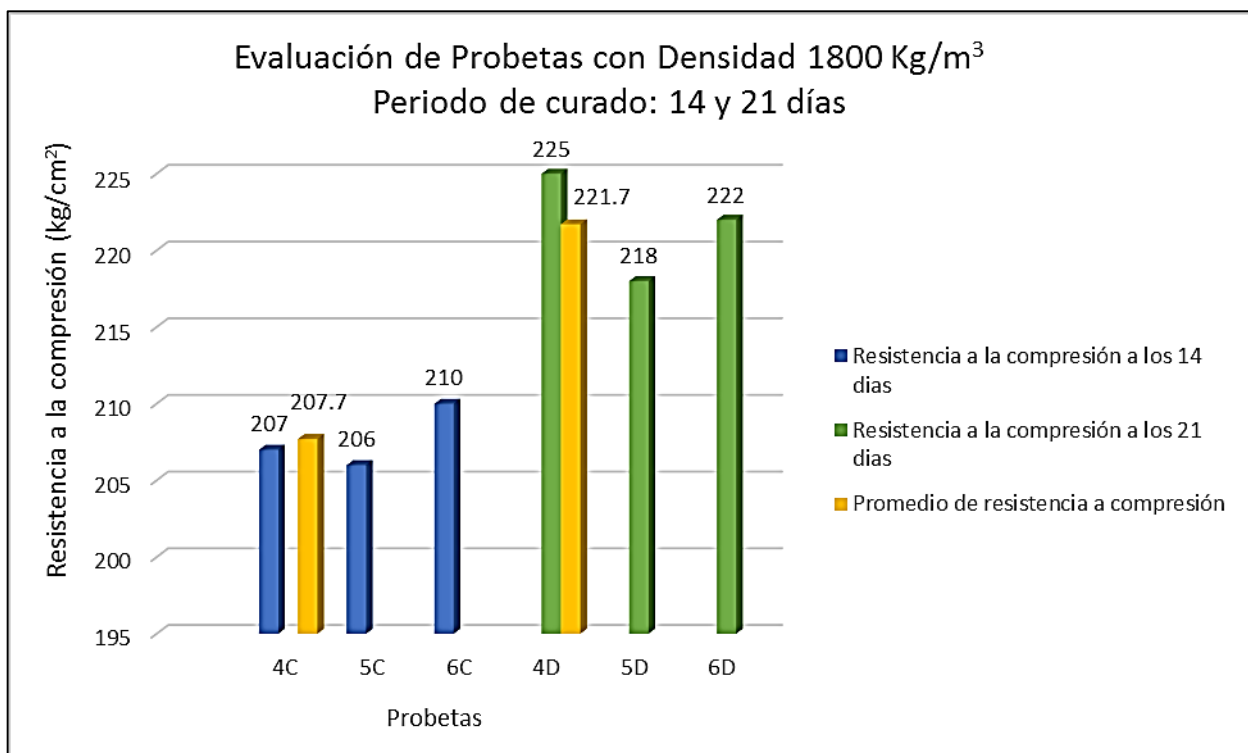


Figura 26. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m^3 con un tiempo de curado de 14 y 21 día.

Fuente: Elaboración propia

Enseguida se muestra los resultados obtenidos de ensayos a compresión que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1750 kg/m^3 las cuales tuvieron un periodo de curado de 14 y 21 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la tabla 30 y en la figura 27.

Tabla 30. Resultado de resistencia a compresión de probetas con una densidad de 1750 kg/m^3 para 14 y 21 días.

Ensayo de Resistencia a la Compresión						
N°	Identificación de muestras	Días	Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)	Promedio
7C	Concreto ligero	14	78.7	13,362	170	182.7
8C	Concreto ligero	14	78.5	15,548	198	
9C	Concreto ligero	14	78.4	14,067	180	
7D	Concreto ligero	21	78.4	14,896	190	190.7
8D	Concreto ligero	21	77.9	14,956	192	
9D	Concreto ligero	21	78.2	14,858	190	

Fuente: Elaboración propia

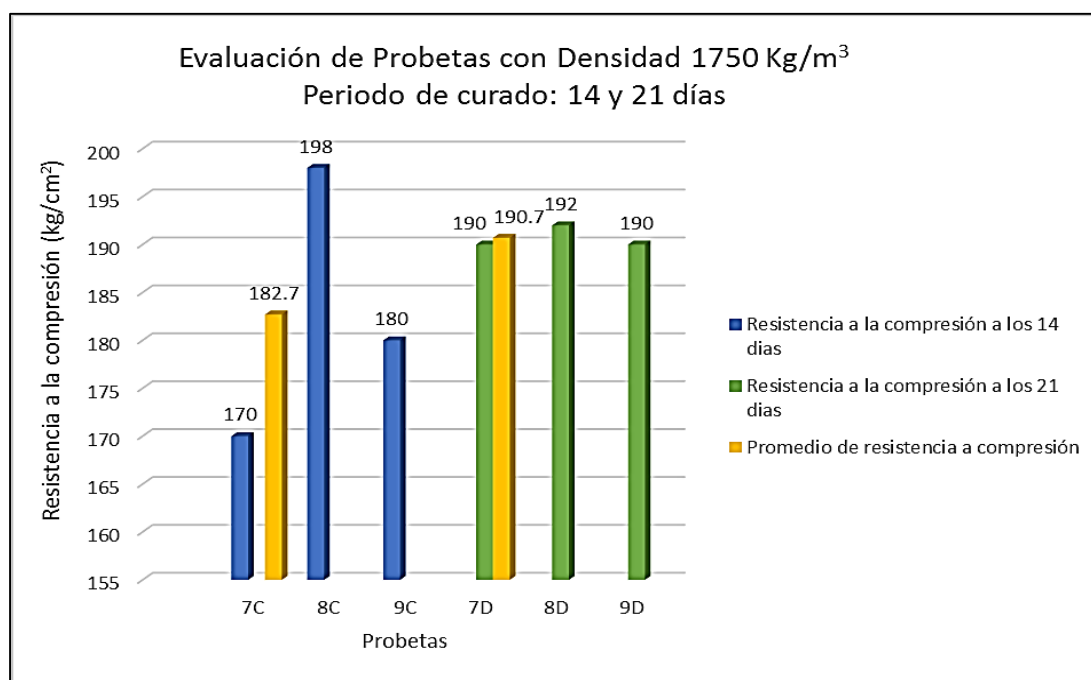


Figura 27. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m^3 con un tiempo de curado de 14 y 21 día.

Fuente: Elaboración propia

3.4 Resultado de los ensayos de tracción diametral del concreto

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de los ensayos a tracción diametral para los diseños de mezcla de 1850 kg/m^3 , 1850 kg/m^3 y 1750 kg/m^3 , que se practicaron en el laboratorio de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI-LEM), los cuales estarán representados mediante tablas y gráficas en base a los días de curado y al diseño según su densidad para así poder contrastar los resultados obtenidos tal como se aprecia en las siguientes tablas y gráficas.

Tabla 31. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1850 kg/m^3

Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral								
Nº	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Días	Diámetro (cm^2)	Altura (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm^2)
3T	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	9.95	20.8	7,242	22.3
8T	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	9.97	20.8	5,652	17.4
							6,447	19.85

Fuente: Elaboración propia

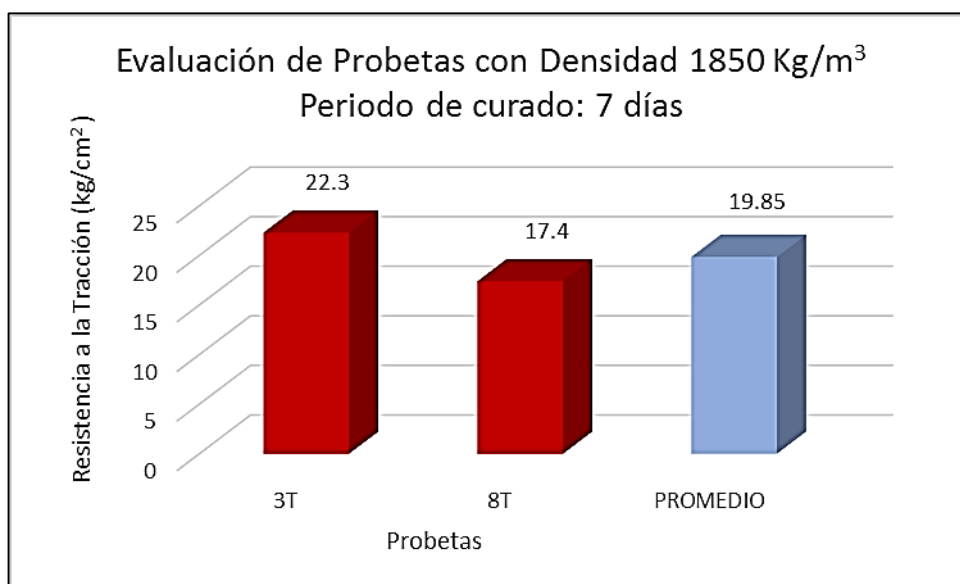


Figura 28. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m^3

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos a tracción diametral que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1850 kg/m^3 las cuales tuvieron un periodo de curado de 14 y 21 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la tabla 32 y en la figura 29.

Tabla 32. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1850 kg/m^3 para 14 y 21 días de curado.

Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral							
N°	Identificación de muestras	Días	Diámetro (cm^2)	Altura (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm^2)	Promedio
1T	Concreto ligero	14	10.0	20.6	8,620	25.4	24.3
2T	Concreto ligero	14	10.1	20.7	7,973	23.2	
1P	Concreto ligero	21	10.0	20.7	8,952	27.2	25.85
2P	Concreto ligero	21	10.0	20.6	8,056	24.5	

Fuente: Elaboración propia

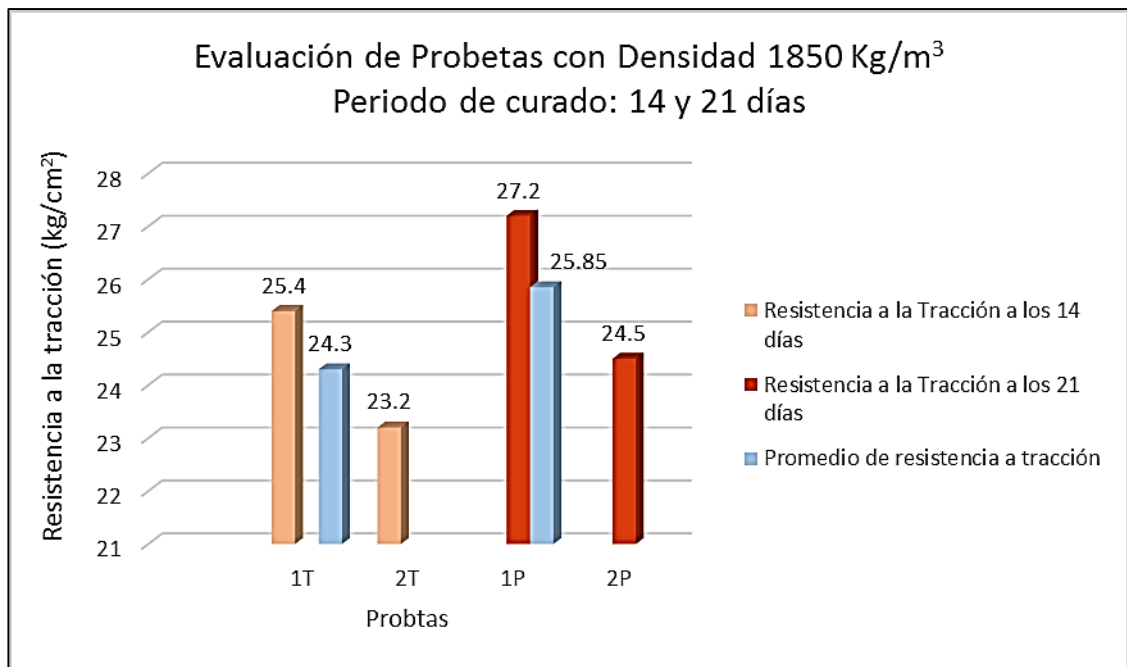


Figura 29. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m^3 con un tiempo de curado de 14 y 21 días.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos a tracción diametral que se realizaron a dos probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1800 kg/m³, las cuales tuvieron un periodo de curado de 7 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se muestra en la tabla 33 y la figura 30.

Tabla 33. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1800 kg/m³

Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral								
N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Días	Diámetro (cm ²)	Altura (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
2T	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	9.85	20.6	5,108	16.0
6T	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	10.04	20.8	5,762	17.6
							5,435	16.8

Fuente: Elaboración propia

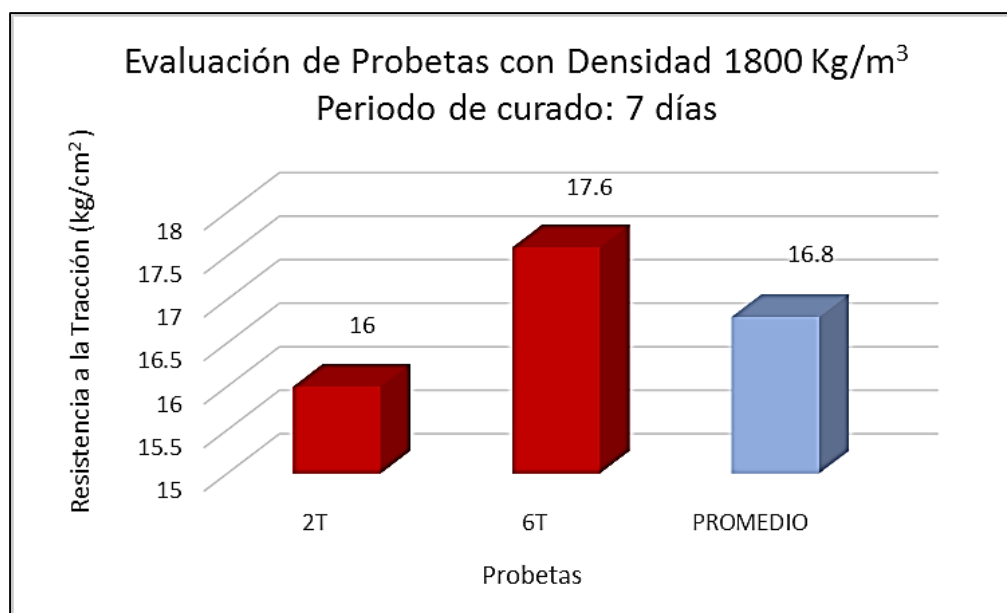


Figura 30. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m³

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos a tracción diametral que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1800 kg/m^3 las cuales tuvieron un periodo de curado de 14 y 21 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la tabla 34 y en la figura 31.

Tabla 34. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1800 kg/m^3 para 14 y 21 días de curado.

Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral							
N°	Identificación de muestras	Días	Diámetro (cm^2)	Altura (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm^2)	Promedio
3T	Concreto ligero	14	10.0	20.6	7,185	22.0	21.4
4T	Concreto ligero	14	10.0	20.6	6,723	20.8	
3P	Concreto ligero	21	9.9	20.6	8,709	26.8	26.0
4P	Concreto ligero	21	10.0	20.6	8,619	25.2	

Fuente: Elaboración propia

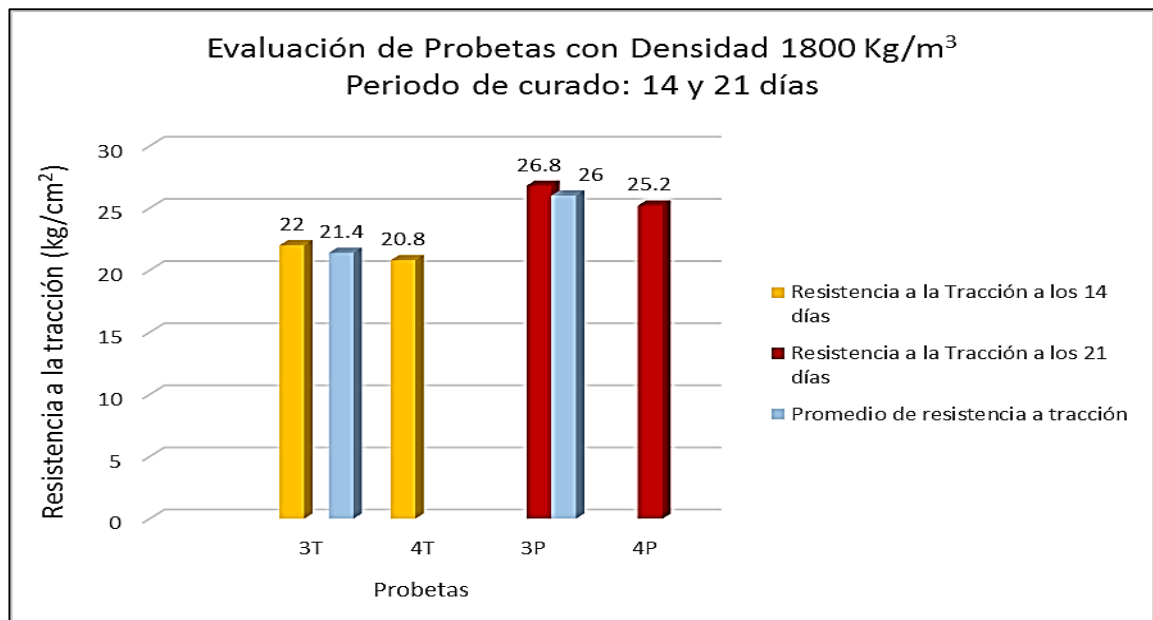


Figura 31. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m^3 con un tiempo de curado de 14 y 21 días.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos a tracción diametral que se realizaron a dos probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1750 kg/m³, las cuales tuvieron un periodo de curado de 7 días después de haber desmoldado las probetas tal como se muestra en la tabla 30 y en la figura 27.

Tabla 35. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1750 kg/m³

Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral								
N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Días	Diámetro (cm ²)	Altura (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
1T	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	10.1	20.7	5,501	16.8
4T	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	9.97	20.7	4,746	14.6
							5,123.5	15.7

Fuente: Elaboración propia

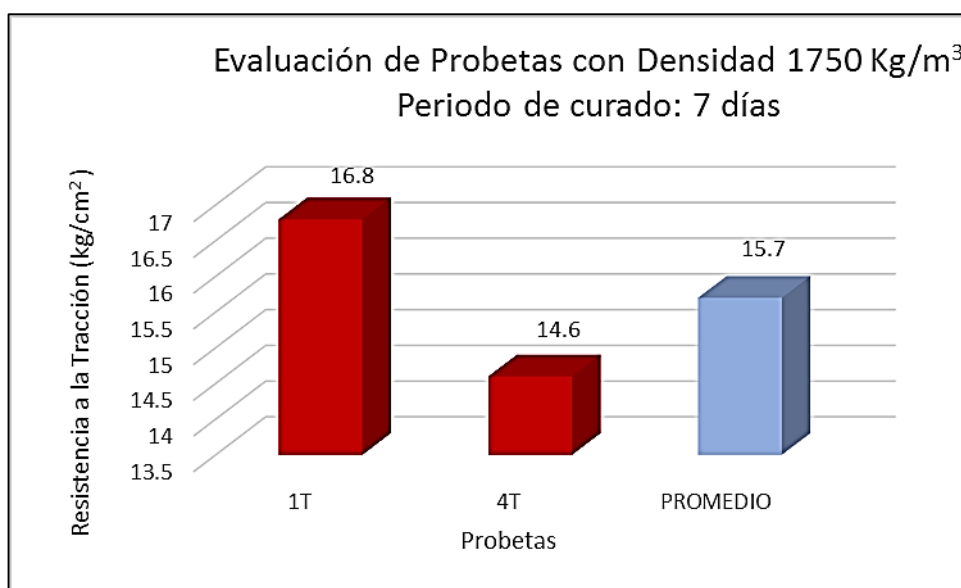


Figura 32. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m³

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos a tracción diametral que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1750 kg/m^3 las cuales tuvieron un periodo de curado de 14 y 21 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la tabla 36 y en la figura 33.

Tabla 36. Resultado de tracción diametral de probetas con una densidad de 1750 kg/m^3 para 14 y 21 días de curado.

Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral							
N°	Identificación de muestras	Días	Diámetro (cm^2)	Altura (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm^2)	Promedio
5T	Concreto ligero	14	10.1	20.6	5,319	16.5	15.9
6T	Concreto ligero	14	10.0	20.5	4,964	15.3	
5P	Concreto ligero	21	10.0	20.5	6,742	20.9	21.9
6P	Concreto ligero	21	10.0	20.6	7,152	22.8	

Fuente: Elaboración propia

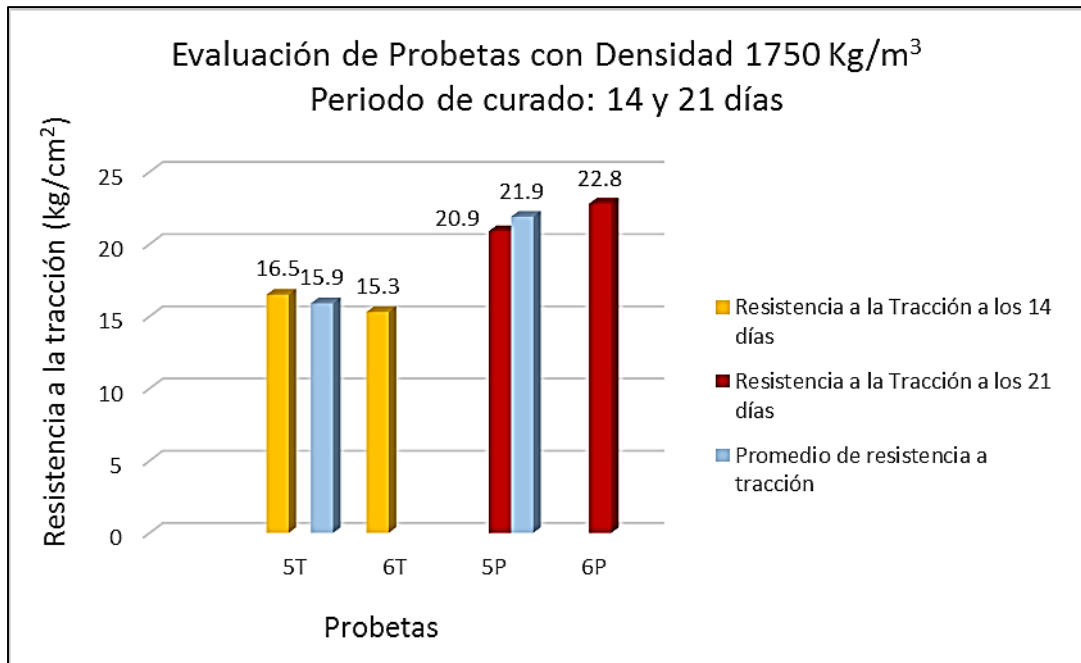


Figura 33. Apreciación del promedio de resistencias para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m^3 con un tiempo de curado de 14 y 21 días.

Fuente: Elaboración propia

Resultado de los ensayos de Densidad

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de los ensayos de densidad para los diseños de mezcla de 1850 kg/m^3 , 1850 kg/m^3 y 1750 kg/m^3 , que se practicaron en el laboratorio de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI-LEM), los cuales estarán representados mediante tablas y gráficas en base a los días de curado y al diseño según su densidad para así poder contrastar los resultados obtenidos tal como se observa en las siguientes tablas y gráficas.

Tabla 37. Resultado de Densidad para un diseño de 1750 kg/m^3

Ensayo de Densidad							
N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Días	Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	Densidad (kg/m^3)
1B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	78.3	13,429	1677
2B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	78.7	13,186	1726
3B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	79.7	11,171	1601
						12,595	1668

Fuente: Elaboración propia

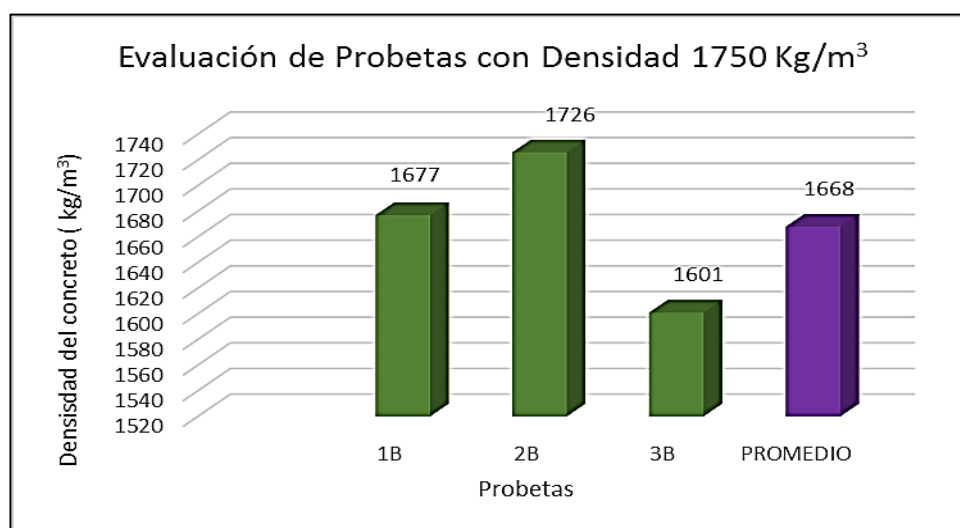


Figura 34. Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m^3

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos de densidad que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1750 kg/m^3 las cuales tuvieron un periodo de curado de 14 y 21 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la tabla 38 y en la figura 35.

Tabla 38. Resultado de densidad de probetas para un diseño de 1750 kg/m^3 para 14 y 21 días de curado.

Ensayo de Densidad						
N°	Identificación de muestras	Días	Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	Densidad (kg/m^3)	Promedio
7C	Concreto ligero	14	78.7	13,362	1,710	1716
8C	Concreto ligero	14	78.5	15,548	1,750	
9C	Concreto ligero	14	78.4	14,067	1,690	
7D	Concreto ligero	21	78.4	14,896	1,715	1720
8D	Concreto ligero	21	77.9	14,956	1,712	
9D	Concreto ligero	21	78.2	14,858	1,735	

Fuente: Elaboración propia

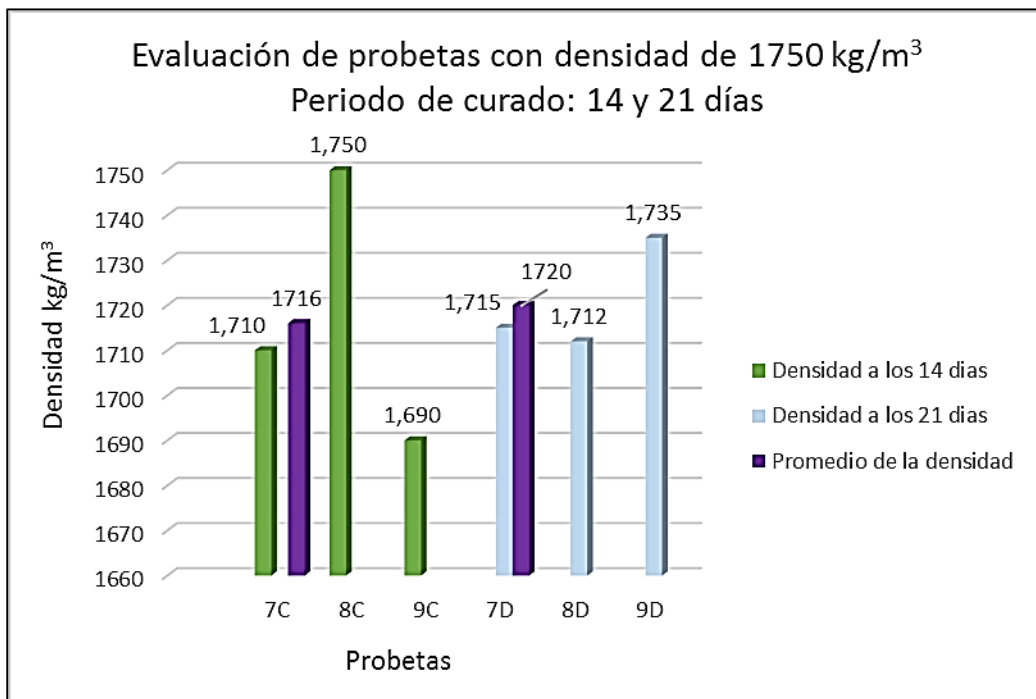


Figura 35. Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1750 kg/m^3 con un tiempo de curado de 14 y 21 días.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de los cálculos de densidad que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1800 kg/m³, las cuales tuvieron un periodo de curado de 7 días después de haber desmoldado las probetas tal como se muestra en la tabla 39 y en la figura 36.

Tabla 39. Resultado de Densidad para un diseño de mezcla 1800 kg/m³

Ensayo de Densidad							
N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Días	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Densidad (kg/m ³)
4B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	79.3	13,464	1748
5B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	78.5	15,609	1843
6B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	80.0	14,575	1756
						14,549	1782

Fuente: Elaboración propia

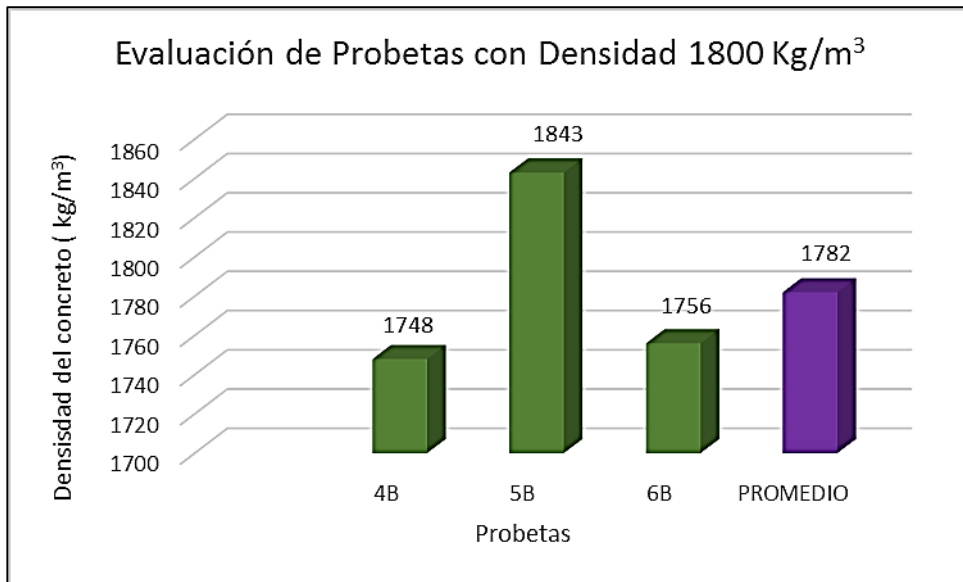


Figura 36. Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m³

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos de densidad que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1800 kg/m^3 las cuales tuvieron un periodo de curado de 14 y 21 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la tabla 40 y en la figura 37.

Tabla 40. Resultado de densidad de probetas para un diseño de 1800 kg/m^3 para 14 y 21 días de curado.

Ensayo de Densidad						
N°	Identificación de muestras	Días	Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	Densidad (kg/m^3)	Promedio
4C	Concreto ligero	14	77.0	15,922	1,890	1837
5C	Concreto ligero	14	78.2	16,146	1,891	
6C	Concreto ligero	14	76.6	16,067	1730	
4D	Concreto ligero	21	78.4	17,640	1,889	1843
5D	Concreto ligero	21	77.3	16,851	1,880	
6D	Concreto ligero	21	77.8	17,272	1,760	

Fuente: Elaboración propia

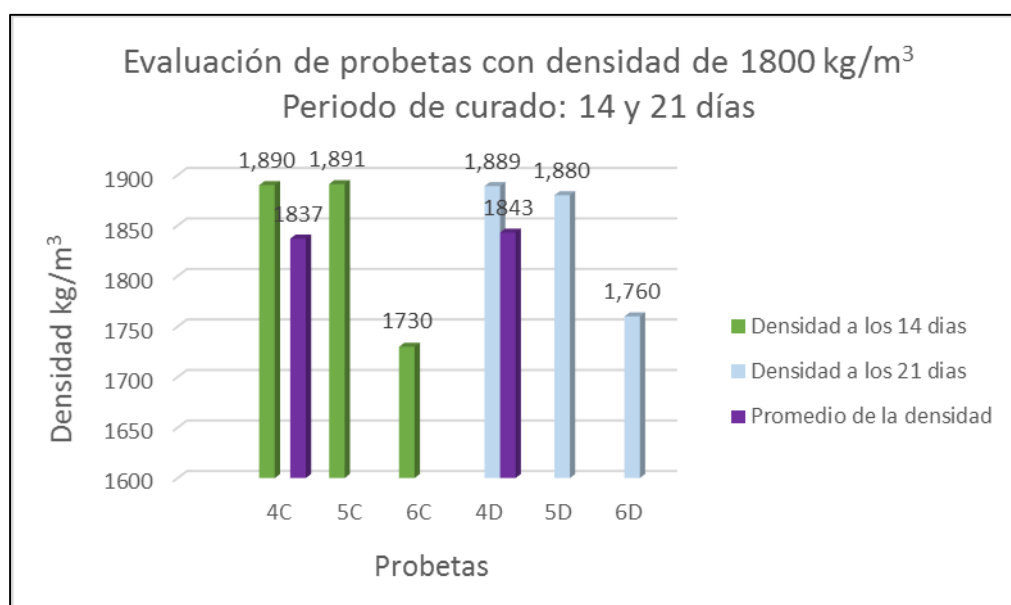


Figura 37. Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1800 kg/m^3 con un tiempo de curado de 14 y 21 días.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de los cálculos de densidad que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1850 kg/m^3 , las cuales tuvieron un periodo de curado de 7 días después de haber desmoldado las probetas tal como se muestra en la tabla 41 y en la figura 38.

Tabla 41. Resultado de Densidad para un diseño de 1850 kg/m^3

Ensayo de Densidad							
N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Días	Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	Densidad (kg/m^3)
7B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	79.6	15,374	1873
8B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	78.9	17,773	1859
9B	Concreto ligero	16/11/18	23/11/18	7	78.7	16,397	1867
						16,514	1866

Fuente: Elaboración propia

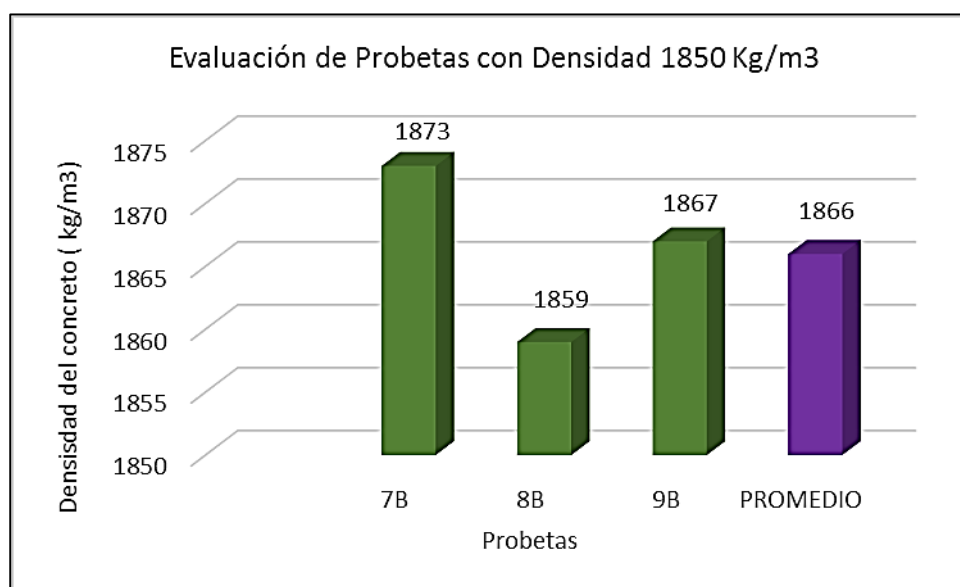


Figura 38. Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m^3

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se muestra los resultados obtenidos de ensayos de densidad que se realizaron a tres probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de 1850 kg/m^3 las cuales tuvieron un periodo de curado de 14 y 21 días después de haber desmoldado las probetas, tal como se aprecia en la tabla 42 y en la figura 39.

Tabla 42. Resultado de densidad de probetas para un diseño de 1850 kg/m^3 para 14 y 21 días de curado.

Ensayo de Densidad						
N°	Identificación de muestras	Días	Área (cm^2)	Carga de rotura (kg)	Densidad (kg/m^3)	Promedio
1C	Concreto ligero	14	78.1	17,812	1,880	1880
2C	Concreto ligero	14	78.4	20,725	1,889	
3C	Concreto ligero	14	77.8	17,221	1,871	
1D	Concreto ligero	21	78.4	19,443	1,879	1878
2D	Concreto ligero	21	77.8	18,828	1,880	
3D	Concreto ligero	21	78.4	18,502	1,876	

Fuente: Elaboración propia

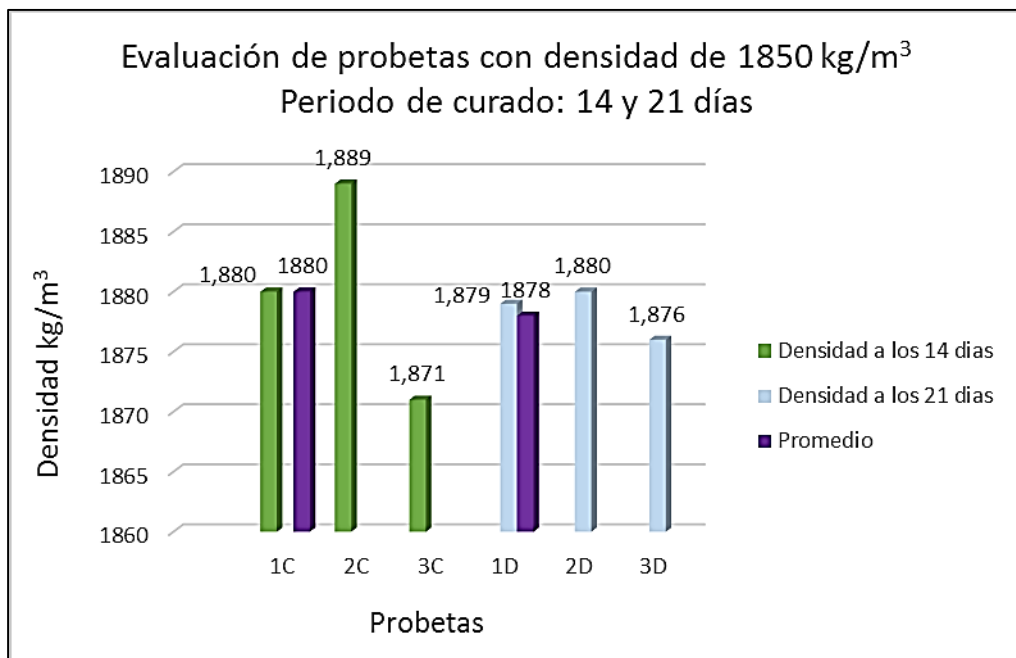


Figura 39. Apreciación del promedio de densidad para un diseño de mezcla con densidad 1850 kg/m^3 con un tiempo de curado de 14 y 21 días.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Resultado final de ensayos promediados a los 21 días de curado

Diseño de Mezcla	F ['] c (kg/cm ²)	Densidad (kg/m ³)	F ['] t (kg/cm ²)
1850	242	1878	21.9
1800	221	1843	26
1750	191	1720	25.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Resultado final de ensayos promediados a los 21 días de curado en porcentaje requerido

Diseño de Mezcla	F ['] c (210 kg/cm ²)/100%	Densidad (1850 kg/m ³)/100%	F ['] t (16.8 kg/cm ²)/100%
1850	115	102	130
1800	105	102	154
1750	91	98	154

Fuente: Elaboración propia

3.5 Contrastación de hipótesis

En esta parte de la investigación damos a conocer o validar las hipótesis de la investigación, los resultados a contrastar son en base del diseño de mezcla de 1800 kg/m³ con el respaldo de las normas NTP 339.034 y la ASTM C39.

3.5.1 Influencia de la adición de perlas de poliestireno en las propiedades del concreto.

La contrastación se basa en que el concreto que se está diseñando, se le esta adicionando perlas de poliestireno de ¼” para que este concreto se defina o tome la propiedad de un concreto ligero.

Ho: la adición de perlas de poliestireno no permitirá obtener un concreto ligero.

Ha: La adición de perlas de poliestireno permitirá obtener un concreto ligero.

Decisión y conclusión

Se rechaza la hipótesis nula debido a que las perlas de poliestireno si aligera el concreto, ya que se obtuvo densidades menores a 1850 kg/m³, lo cual se considera concreto ligero respecto a la norma ASTM 567.

3.5.2 La cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Esta hipótesis se contrasta a base de los resultados de los ensayos obtenidos de resistencia a compresión de los diseño de las mezclas con densidades de 1850, 1800 y 1750 kg/m^3 , de estos diseño se ensayó 3 probetas de las misma tanda con el mismo tiempo de curado (21 días) arrojando distintos datos los cuales fueron promediados arrojando un $f'c = 221.7 \text{ kg/cm}^2$ tal como se observa en la tabla 29.

Ho: La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante no producirá una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Ha: La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Decisión y conclusión

Se rechaza la hipótesis nula puesto que nuestro resultado de $f'c = 221.7 \text{ kg/cm}^2$ abalando nuestro resultado está la NTP 339.034 donde especifican que un resultado de ensayo de resistencia es el promedio de 2 o más cilindros ensayados a una misma edad.

3.5.3 La cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una densidad apropiada del concreto ligero.

Esta hipótesis se contrasta a base de los resultados de los ensayos obtenidos de densidad del diseño de las mezclas con densidades de 1850, 1800 y 1750 kg/m^3 , de este diseño se ensayó 3 probetas de la misma tanda con el mismo tiempo de curado (21 días) arrojando distintos datos los cuales fueron promediados arrojando una densidad de 1843 kg/m^3 tal como se observa en la tabla 40.

Ho: La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante no producirá una densidad menor o igual a 1850 kg/m^3

Ha: La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una densidad menor o igual a 1850 kg/m^3

Decisión y conclusión

Se rechaza la hipótesis nula puesto que nuestro resultado de densidad es 1843 kg/m³ abalando nuestro resultado esa la **NTP 339.034** donde especifican que un resultado de densidad es el promedio de 2 cilindros ensayados a una misma edad.

3.5.4 La cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una tracción apropiada del concreto ligero.

Esta hipótesis se contrasta a base de los resultados de ensayos obtenido de resistencia a tracción diametral de los diseño de mezclas con densidades de 1850, 1800 y 1750 kg/m³, de este diseño se ensayó 3 probetas de la misma tanda con el mismo tiempo de curado (21 días) arrojando distintos datos los cuales fueron promediados arrojando una resistencia a la tracción 26.00 kg/cm² tal como se observa en la tabla 34.

Ho: La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante no producirá una tracción entre 8 y 15% de la resistencia a la compresión.

Ha: La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una tracción entre 8 y 15% de la resistencia a la compresión.

Decisión y conclusión

Se rechaza la hipótesis nula puesto que nuestro resultado de resistencia a tracción diametral es 26.00 kg/cm² la cual se encuentra entre el 8% y 15 % de la resistencia a compresión, abalando nuestro resultado esa la **NTP 339.034** donde especifican que un resultado de resistencia a tracción es el promedio de 2 cilindros ensayados a una misma edad.

IV. DISCUSIÓN

Con ayuda de tablas y graficas se presenta la discusión de los resultados que arrojaron los ensayos correspondientes a la investigación “Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de lima metropolitana 2018”

4.1 Elección del tipo de perla de poliestireno

En esta presente investigación se hizo empleo de un solo proveedor de perlas de poliestireno ya que contaban con perlas de ¼” con una resistencia mayor y una densidad mayor a las otras perlitas estos datos son excepcionales para el diseño de mezcla con un $f'c$ 210 kg/cm^2 y una densidad de 1850 kg/m^3 .

Perlas de poliestireno EPS modificado: Para la elaboración de concreto ligero con la implementación de poliestireno EPS modificado para uso estructural con densidades de 1850 kg/m^3 ; 1800 kg/m^3 y 1750 kg/m^3 . Este material fue escogido por tener mejores características para la densidad requerida.

Perlas de poliestireno expandido tipo canchita: Para la elaboración de concreto ligero con la implementación de poliestireno expandido tipo canchita para uso estructural con densidades de 1850 kg/m^3 ; 1800 kg/m^3 y 1750 kg/m^3 . En investigaciones anteriores no obtuvieron buenos resultados.

Perlas de poliestireno molido sundolitt: Para la elaboración de concreto ligero con la implementación de poliestireno expandido molido sundolitt para uso estructural con densidades de 1850 kg/m^3 ; 1800 kg/m^3 y 1750 kg/m^3 En investigaciones anteriores no obtuvieron buenos resultados.

Tabla 45. Comparación de las características de perlas de poliestireno

Tipos de perlas de poliestireno	Resistencia a la presión	Resistencia a la tracción	Índice de conductividad térmica	Densidad aparente
Perlas de poliestireno EPS modificado	56 kg/cm^2	4.0 kg/cm^2	0.035 kcal/h $m^{\circ}c$	180 kg/m^3
Perlas de poliestireno expandido tipo canchita	1.0 kg/cm^2	4.0 kg/cm^2	0.20 kcal/h $m^{\circ}c$	10 kg/m^3
Perlas de poliestireno molido sundolitt	20 kg/cm^2	20 kg/cm^2	0.15 kcal/h $m^{\circ}c$	40 kg/m^3

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: en la tabla 45 se observa que las perlas de poliestireno modificado tienen un mayor porcentaje de características o propiedades que favorecen al concreto de diseño tal como se muestra en la figura 40.

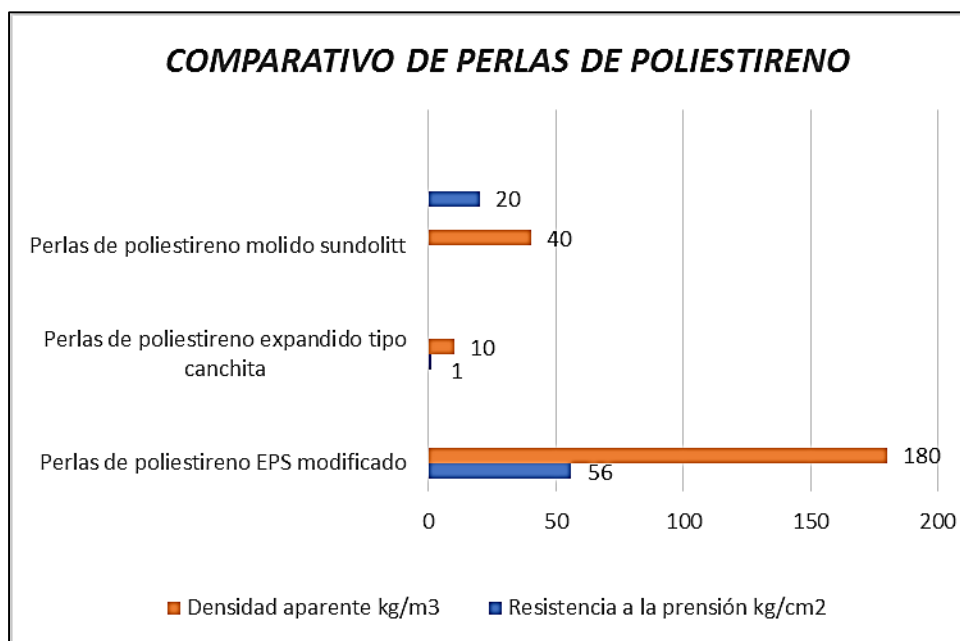


Figura 40. Apreciación de la resistencia y la densidad según el tipo de poliestireno

Fuente: Elaboración propia

4.2 Análisis del asentamiento o slump de la mezcla

Para poder medir el asentamiento de la mezcla aligerada se realizó mediciones de cada tanda de diseño con la ayuda del cono de Abrams tal como se muestra en la tabla 46.

Tabla 46. Resultado de asentamiento de la mezcla según la densidad del concreto ligero con la adición de perlas de poliestireno.

Densidad Aparente	N° de tanda	Relación a/c	% Aditivo	Asentamiento o slump (pulg)
1850 kg/m³	Tanda N° 1	0.40	190 mml	3.5
	Tanda N° 2	0.40	190 mml	3.8
1800 kg/m³	Tanda N° 3	0.40	200 mml	4.0
	Tanda N° 4	0.40	200 mml	4.0
1750 kg/m³	Tanda N° 5	0.40	250 mml	4.2
	Tanda N° 6	0.40	250 mml	4.0

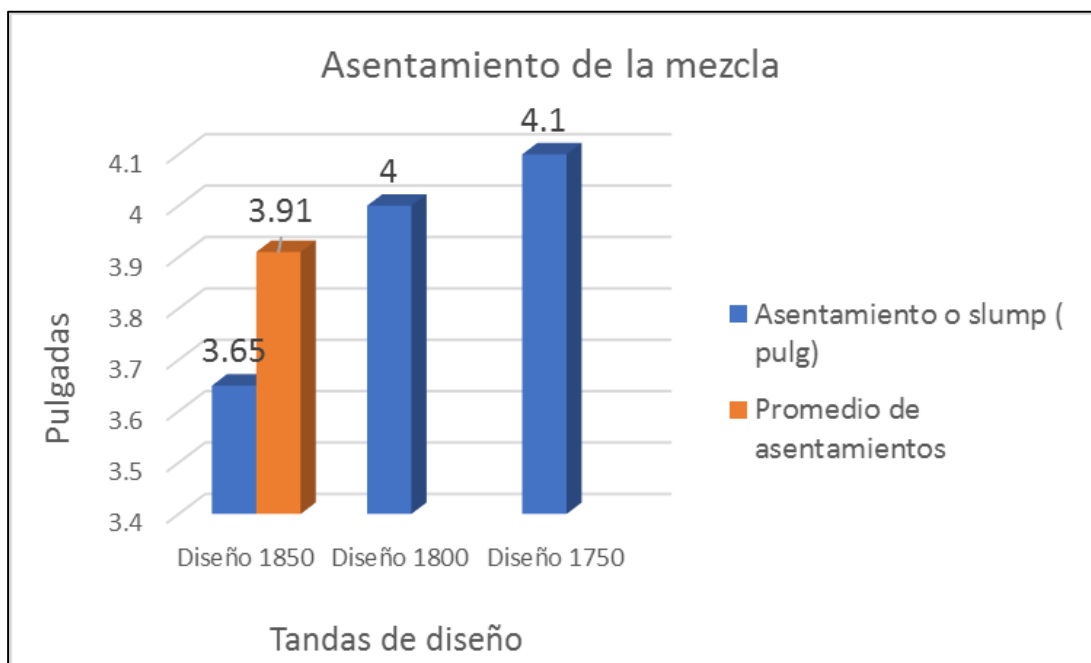
Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Se aprecia en la tabla 46 que los asentamientos de la mezclas es proporcional mente a las densidades y al porcentaje de aditivo que se está empleando en la mezcla, es decir que si nosotros calculamos densidades menores y mayor porcentaje de aditivo el asentamiento de la mezcla será menor.

En relación al agua y cemento (a/c) no se encuentra diferencia ya que los valores de a/c son iguales.

Por lo tanto el asentamiento de la mezcla obtenido es justificable ya que está entre los rangos deseados de diseño 3” a 4”.

Figura 41. Distinción del asentamiento de la mezcla según su densidad



Fuente: Elaboración propia

4.3 Análisis de la resistencia del concreto ligero con perlas de poliestireno

En este paso estamos determinando cual es la resistencia del concreto en base a su densidad de diseño y a la cantidad de aditivo que se está empleando en la mezcla. Teniendo en cuenta la cantidad de días que las probetas se encontraban en el proceso de curado tal como se muestra en la tabla 47.

Tabla 47. Resultado de resistencia a la compresión con aditivo y sin aditivo

N°	Identificación de la muestra	Días	Carga máxima	Resistencia a la compresión
1	Concreto con aditivo	14	30,007	171
2	Concreto con aditivo	14	31,996	183
3	Concreto sin aditivo	16	22,509	126
4	Concreto sin aditivo	16	26,111	149
5	Concreto sin aditivo	16	24,011	136

Fuente: Laboratorio de ensayos UNI (2018)

INTERPRETACIÓN: Como se observa en la tabla 36 se tiene 2 tipos de mezcla con una densidad de diseño de 1850 kg/m^3 , se aprecia que la resistencia del concreto con aditivo es superior a la del concreto sin aditivo.

En tanto al tipo de fractura los dos diseños de mezclas están empatados.

En cuanto al tiempo de curado los concretos solo tienen diferencia de dos días por lo que se reitera que el concreto con aditivo obtuvo mayor resistencia a la compresión.

Tabla 48. Resultado de resistencia a la compresión para 3 diseños de mezcla para un tiempo de curado de 21 días.

Diseño de mezcla	Resistencia a la compresión a los 21 días	Resistencia a la compresión a los 21 días	Resistencia a la compresión a los 21 días	Promedio de resistencia
Diseño de mezcla 1750	190	-	-	190.7
	192	-	-	
	190	-	-	
Diseño de mezcla 1800	-	225	-	221.37
	-	218	-	
	-	222	-	
Diseño de mezcla 1850	-	-	248	242
	-	-	242	
	-	-	236	

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Analizando de la tabla 48 se identificó que los diseños de mezcla de 1800 y 1850 a los 21 días logran alcanzar la resistencia deseada de 210 kg/cm^2

Por lo que se realizó promediar las resistencias a compresión para identificar sus valores tal como se muestra en la figura 42.

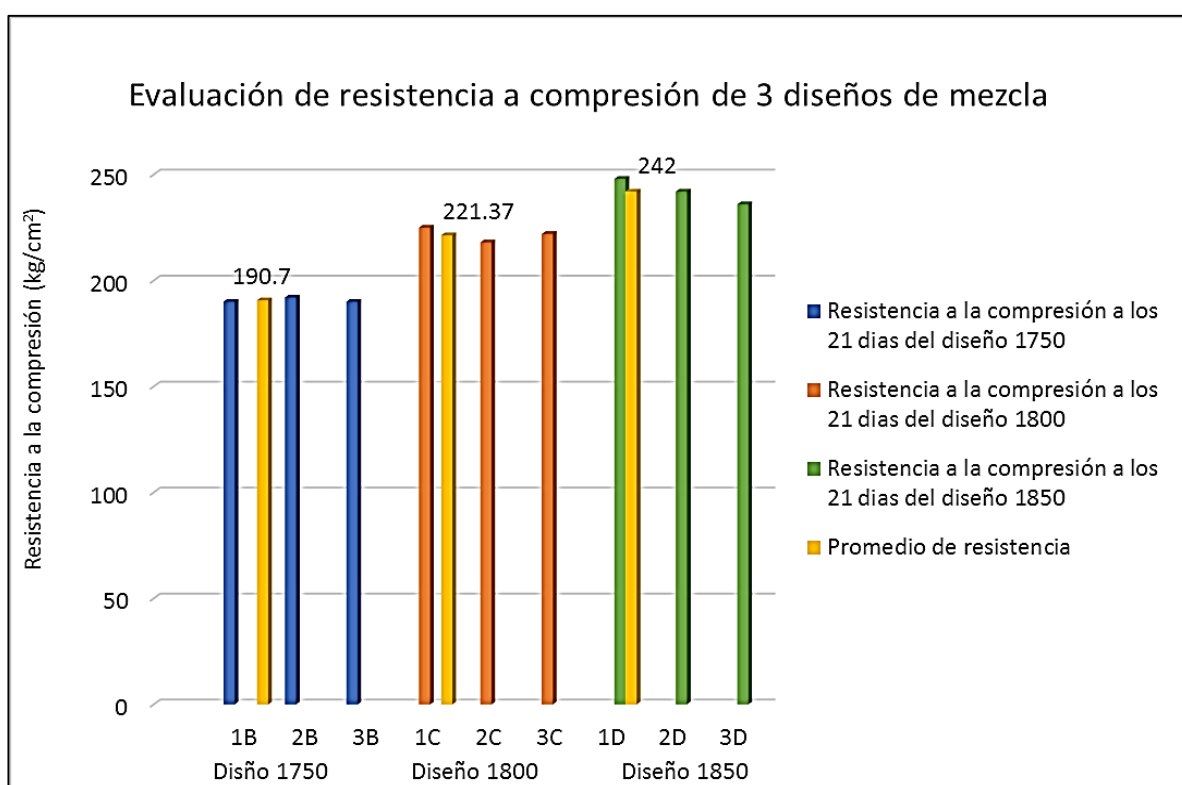


Figura 42. Distinción de resistencias a compresión según la densidad del diseño y curado

Fuente: Elaboración propia

4.4 Análisis del ensayo de tracción del concreto con perlas de poliestireno

Estos ensayos son parecidos al de resistencia a compresión la diferencia es que se toma la muestra o probeta colocándola de costado es decir horizontalmente y así poder determinar si hemos cumplido los objetivos precisados anteriormente que trata, que la resistencia a tracción este en un rango de 8% a 15% de la resistencia a compresión la cual se aprecia en la tabla 49.

Tabla 49. Resultado de resistencia a la tracción para 3 diseños de mezcla para un tiempo de curado de 21 días.

Diseño de mezcla	Resistencia a Tracción a los 21 días	Resistencia a Tracción a los 21 días	Resistencia a Tracción a los 21 días	Promedio de resistencia a tracción
Diseño de mezcla 1750	20.9	-	-	21.9
	22.8	-	-	
Diseño de mezcla 1800	-	26.8	-	26
	-	25.2	-	
Diseño de mezcla 1850	-	-	27.2	25.9
	-	-	24.5	

Fuente: Laboratorio de ensayos UNI (2018)

INTERPRETACIÓN: Como observamos en la tabla 47 la tracción logro alcanzar la resistencia deseada ya que la mayoría de datos están entre el 8 % y 15 % de la resistencia obtenidas. Tal como se muestra en la figura 43

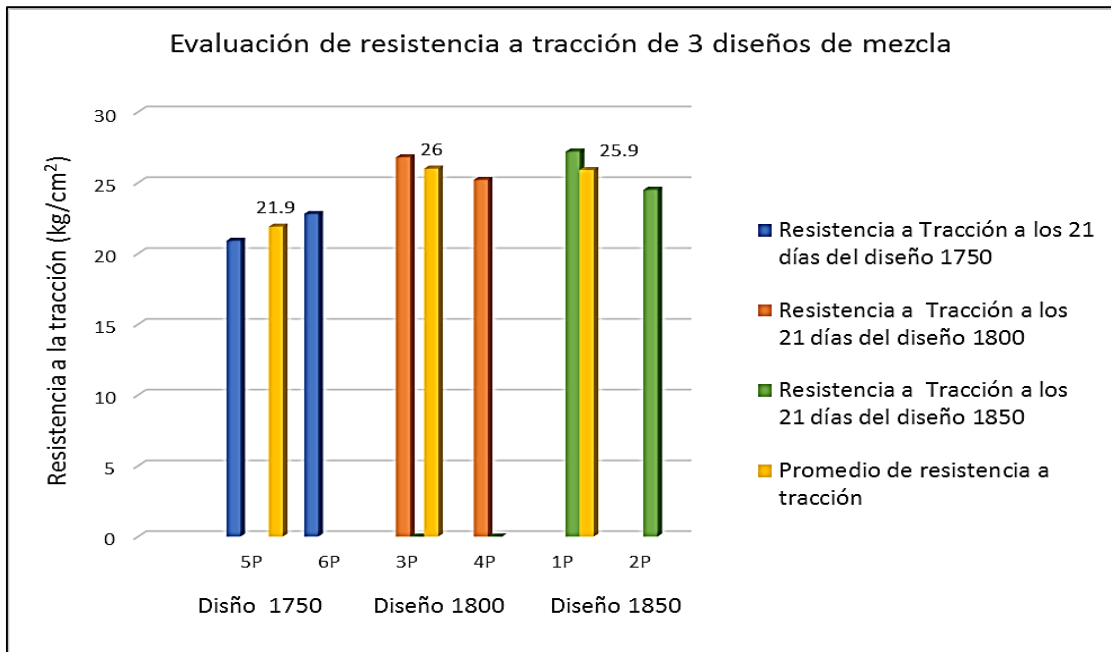


Figura 43. Distinción de resistencias a tracción según la densidad del diseño y curado

Fuente: Elaboración propia

4.5 Análisis del ensayo de densidad del concreto con perlas de poliestireno

El ensayo de densidad se calculó de las probetas seleccionadas a ensayar por resistencia a la compresión, su cálculo está en función a la masa del espécimen y a su volumen la densidad que arrojó los especímenes se promedian obteniendo una densidad definida óptima para el concreto ligero es decir \leq a 1850 kg/m^3 . Tal como se observa en la tabla 50.

Tabla 50. Resultado de resistencia a la tracción más aditivo plastificante para los 3 diseños de mezcla para un tiempo de curado de 21 días.

Diseño de mezcla	Densidad a los 21 días	Densidad a los 21 días	Densidad a los 21 días	Promedio de Densidades
Diseño de mezcla 1750	1,715			1720
	1,712			
	1,735			
Diseño de mezcla 1800		1,889		1843
		1,880		
		1,760		
Diseño de mezcla 1850			1,879	1878
			1,880	
			1,876	

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACION: como se aprecia en la tabla 50 se logró obtener la densidad requerida en el diseño de mezcla de 1800 ya que su valor no excede de 1850 kg/m^3 tal como se aprecia en la figura 44.

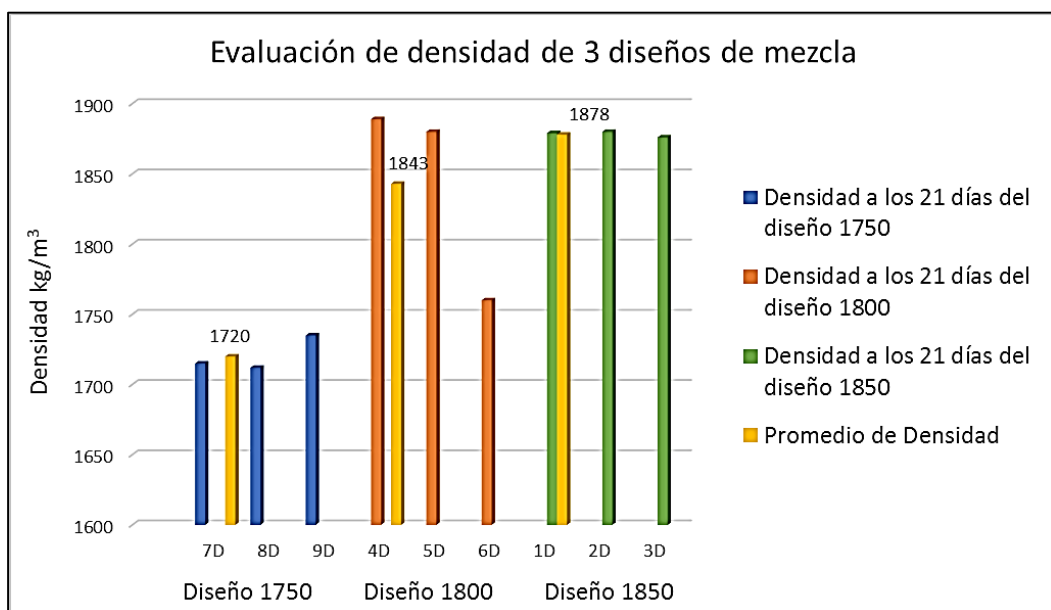


Figura 44. Distinción la densidad según el diseño y curado

Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

- ✓ Conforme a las investigaciones, estudios y resultados de los ensayos elaborados, la adición de perlas de poliestireno de 1/4" a la mezcla le da la propiedad de un concreto ligero (102% de 210 kg/cm²), concreto aislante térmico, concreto aislante acústico y concreto estructural (105% de 1800 kg/m³).

- ✓ Conforme a los resultados que se obtuvieron de las distintas dosificaciones elaboradas para distintas densidades del concreto ligero se escogió el diseño 1800, el cual requiere de 41.28 kg/m³ de perlas de poliestireno de 1/4" y por tanda de diseño 0.810 kg de perlas de poliestireno de 1/4", los cuales arrojaron una resistencia a la compresión de 242 kg/cm² a los 21 días de curado.

- ✓ Conforme a los resultados que se obtuvieron de las distintas dosificaciones elaboradas para distintas densidades del concreto ligero se escogió el diseño 1800 el cual requiere de 41.28 kg/m³ de perlas de poliestireno de 1/4" y por tanda de diseño 0.810 kg de perlas de poliestireno de 1/4", los cuales arrojaron una densidad de 1843 kg/m³ a los 21 días de curado.

- ✓ Conforme a los resultados que se obtuvieron de las distintas dosificaciones elaboradas para distintas densidades del concreto ligero se escogió el diseño 1800 el cual requiere de 41.28 kg/m³ de perlas de poliestireno de 1/4" y por tanda de diseño 0.810 kg de perlas de poliestireno de 1/4", los cuales arrojaron una resistencia a la tracción de 26.0 kg/cm² a los 21 días de curado.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que en el cálculo de diseño de mezcla se considere la adición de un factor de seguridad para que así los valores de la dosificación sean mayores y se logre obtener la resistencia deseada de 210 kg/cm².
- ✓ Se recomienda la adición de un aditivo plastificante en la mezcla con la finalidad de que el agregado fino abrace a las perlas de poliestireno de ¼” y se obtenga una mezcla homogénea.
- ✓ Se recomienda realizar el ensayo de asentamiento de cada tanda de diseño para así poder medir la trabajabilidad de la mezcla.
- ✓ Se recomienda exceder el valor de la relación agua cemento de la tabla N° 17 con la finalidad de poder obtener mayor resistencia al realizar los ensayos de compresión y tracción de las probetas.
- ✓ Recomendaría se realice un estudio de resistencia al fuego del concreto ligero con la finalidad de adquirir mayores propiedades o características del concreto de la presente elaboración.

VII. REFERENCIAS

2.1 Referencias

ASOCIACION Española de Normalización y Certificación (AENOR). Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. (Madrid): Aislamiento a ruido aéreo. (UNE-EN ISO 717-1). 2da edición 2013, p28.

BUSTAMANTE Medina, Diego y DIAZ Salcedo, Clara. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado. Tesis (Ingeniero de Materiales). Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín 2014,p 27.

BUSTAMANTE Medina, Diego y DIAZ Salcedo, Clara. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado. Tesis (Ingeniero de Materiales). Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín 2014, p 14.

PORTUGAL Barriga, P. tecnología del concreto de alto desempeño. Arequipa 2007,p 19.

Científica. 6ta edición. México: Mcgraw – hill/interamericana editores, S.A. de C.V, 2014. 589 pp.

CORNEJO F, HERNANDES F y ORELLANA J. Comparación de costos de viviendas de interés social elaboradas en base a sistemas estructurales de paredes de concreto (moldeado y vaciado in situ), bloques de concreto estándar y panel remallado estructural covintec. Perú:Tesis (Ingeniero Civil). Universidad de el salvador, 2008. P37.

CRUZ Mercado, Wilmer y QUISPE Ccahuin, Walter. Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga – Ayacucho. Tesis (Ingeniero Civil). Ayacucho – Lima: Universidad Nacional de Huamanga 2014, pp 154.

GONZALESP y EDILIO J. Estudio de factibilidad del uso de perlas de poliestireno expandido como sustituto del aliven para la fabricación de bloques de concreto usados en la construcción de losas de techo y paredes. República bolivariana de Venezuela: Instituto Universitario de Tecnología, 2016, p 35.

GUTIÉRREZ López Livia. Concreto y otros Materiales para la Construcción. (Colombia): Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. 2da edición 2009, 29 pp.

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y baptista, María. Metodología de la Investigación

MAHYAR A, REZA M y TAHERI M. The effect of using polyethylene terephthalate particles on physical and strength – related properties of concrete: Laboratory Evaluation. Construction and building Materials. 2016, p 55.

MÉNDEZ Aguirre, Joel. Estudio de perfectibilidad para determinar la viabilidad de la implementación de una línea de concreto premezclado en la empresa ALERCOGE SAC. Tesis (Ingeniero Industrial), En la ciudad de Pucallpa. Trujillo – Perú, 2017. pp 277.

MONTOLLA Meseguer, Moran. Hormigón Armado. (Barcelona): Gustavo Gili. 2000, p 9.

NORMA Técnica Peruana. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. (Perú). NTP 400.012 of 2008.

NORMA Técnica Peruana. AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón concreto (Perú). NTP 400.037 of 2002: Agregados. Lima – Perú: 2da edición.

NORMA Técnica Peruana. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (Perú). NTP 400.021 of 2002: Agregados. Lima – Perú: 2da edición, 8p

NORMA Técnica Peruana. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. (Perú). NTP 400.022 of 2002: Agregados. Lima – Perú: 2da edición, p5.

NORMA Técnica Peruana. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (Perú). NTP 400.017 of 1999: Agregados. Lima – Perú: 2da edición, p14.

NORMA Técnica Peruana. REQUISITOS. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. (Perú). NTP 339.088 of 2006: Requisitos. Lima – Perú.

Norma ASTM C 29. Método de Ensayo Estándar para Peso unitario y vacíos de los agregados. (U.S.A). ASTM C29. 2003

Norma ASTM C 39. Resistencia a la Compresión Testigos Cilíndricos. (U.S.A). ASTM. Sf. 7p.

Norma ASTM C 496. Método de Ensayo Estándar para Esfuerzo de Tensión por partidura en especímenes cilíndricos de concreto (U.S.A). ASTM C496. 8P.

PAULINO Fierro, Jean y ESPINO Almeyda, Ronald. Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú. Tesis (ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2007. 144 pp.

PERCA A. Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto "Tottus Guipor". Perú –Lima. Tesis (ingeniero civil): Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2015, p 10.

POLANCO, A. Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto. (México): Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua. 2012, p 12.

RIVVA López, E. Control de concreto en obra. (Lima – Perú) ICG. 2004, p 17.

ROMÁN Manrique, Luc. Diseño de mezcla de concreto experimental sustituyendo el agregado grueso por perlas de poliestireno de $\phi = \frac{3}{4}$ " y un asentamiento de 3", para la resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Tesis (ingeniero civil). Caracas, Venezuela: Universidad Nueva Esparta, 2016. 104 pp.

SHARMA, R Y PAL, P. Use of different formas of waste plastic in concrete – a review. Journal of cleaner Production 2016, p 112

SOTO Castillo, Elmer. Reaprovechamiento de residuos industriales de la minería – metalúrgica y poliestireno expandido, en la elaboración de adoquines para piso Rímac- 2017. Tesis (Ingeniero Ambiental), en Lima –Perú. Universidad Cesar Vallejo. 2017, pp. 85.

TANG, W.C Y NADEEM, A. Mechanical and drying shrinkage properties of structural-graded polystyrene aggregate concrete". Cement y Concrete Composites, 2008. 403-409 pp.

ZAMORRA Terrones, Lenin. Diseño de un bloque de concreto celular y su aplicación como unidad de albañilería no estructural. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca 2015, pp 245.

VIII. ANEXO

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA



“Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENCIONES	INDICADORES	METODOLOGIA		
¿De qué manera influye la adición de perlas de poliestireno en las propiedades del concreto?	Determinar la influencia de la adición de perlas de poliestireno en las propiedades del concreto.	La adición de perlas de poliestireno nos permitirá obtener un concreto ligero.	Variable Independiente	Dosificación del concreto ligero con una densidad de 1850, 1800 y 1750 kg/m ³ .	Densidad absoluta	TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada NIVEL DE INVESTIGACION : Explicativo DISEÑO DE INVESTIGACION : Cuasi Experimental		
					Densidad nominal			
					Densidad aparente			
			Concreto ligero	Perlas de poliestireno	Procedencia del poliestireno			
					Aislante térmico			
			Concreto ligero	Aditivos	Aislante acústico			
					Proporcionamiento (%)			
Concreto ligero	Ensayo de materiales	Propiedades físicas de los materiales						
		Proporcionamiento de los materiales						
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS						
¿De qué manera la adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante nos dará una resistencia a la compresión de f'c 210 kg/cm ² ?	Determinar la cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una resistencia a la compresión de f'c 210 kg/cm ² .	La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una resistencia a la compresión de f'c 210 kg/cm ² .	Variable Dependiente	Ensayo de resistencia a la compresión del concreto ligero	Resistencia ≥ 210 kg/cm ²			
¿De qué manera la adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante nos dará una densidad apropiada para el concreto ligero?	Determinar la cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una densidad apropiada del concreto ligero.	La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una densidad menor o igual a 1850 kg/m ³			Densidad del concreto ligero	Densidad ≤ 1,800 kg/m ³		
¿De qué manera la adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante nos dará una resistencia a la tracción apropiada para el concreto ligero?	Determinar la cantidad de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante para una resistencia a la tracción apropiada del concreto ligero.	La adición de perlas de poliestireno más un aditivo plastificante producirá una resistencia a la tracción entre 8 y 15% de la resistencia a la compresión.			Uso estructural	Ensayo de tracción diametral del concreto ligero	Entre 8 y 15 % de la resistencia a compresión	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2

FORMATO: F01-AT-PR-20

	LEM - FIC - UNI	Código:	F01-AT-PR-20	
	PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE HUMEDAD EN AGREGADOS	Versión:	02	
		Página:	01	
		Fecha:		

SOLICITANTE: _____ FECHA _____

1.0. IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

	Ag. Fino	Ag. Grueso	Hormigón
Tipo			
Procedencia			

2.0. PESO UNITARIO

A. PESO UNITARIO SUELTO

	Ag. Fino	Ag. Grueso	Hormigón
Peso de la muestra + Recipiente (Kg)			
Peso del recipiente (Kg)			
Peso de la muestra (Kg)			
Volumen del recipiente (m3)			
Peso unitario suelto (Kg/m3)			

B. PESO UNITARIO COMPACTADO

	Ag. Fino	Ag. Grueso	Hormigón
Peso de la muestra + Recipiente (Kg)			
Peso del recipiente (Kg)			
Peso de la muestra (Kg)			
Volumen del recipiente (m3)			
Peso unitario compactado (Kg/m3)			

3.0. CONTENIDO DE HUMEDAD

	Ag. Fino	Ag. Grueso	Hormigón
Peso de la muestra en estado ambiental (g)			
Peso de la muestra seca al horno (g)			
Peso del agua perdida (g)			
Contenido de humedad (%)			

4.0. OBSERVACIONES

Realizado por:



Técnico: _____ Ing. Responsable: _____



 JAVIER HELI
 SOSA ALVARADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 185717

108

FORMATO: F01-AT-PR-22

	LEM - FIC - UNI	Código:	F01-AT-PR-22	
	PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN EN AGREGADOS	Versión:	02	
		Página:	01	
		Fecha:		

SOLICITANTE: _____ FECHA _____

1.0. AGREGADO FINO

Basado en la Norma Técnica: NTP 400.022

Tipo de muestra: _____ Procedencia: _____

Peso de la arena superficialmente seca	
Peso de la arena superficialmente + peso del balón + peso del agua	
Peso del balón	
Peso del agua W	
Peso de la arena seca al horno A	
Volumen del balón V	

Peso específico de masa A/(V - W)	
Peso específico de masa superficialmente seco 500/(V - W)	
Peso específico aparente A/(V - W) - (500 - A)	
Porcentaje de absorción (500 - A) x 100 / A	

2.0. AGREGADO GRUESO

Basado en la Norma Técnica: NTP 400.021

Tipo de muestra: _____ Procedencia: _____

Peso de la muestra secada al horno A	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca B	
Peso de la muestra saturada en agua + peso de la canastilla	
Peso de la canastilla	
Peso de la muestra saturada en agua C	

Peso específico de masa A/(B - C)	
Peso específico de masa superficialmente seco B/(B - C)	
Peso específico aparente A/(A - C)	
Porcentaje de absorción (B - A) x 100 / A	

3.0. HORMIGÓN

Tipo de muestra: _____ Procedencia: _____

Peso de la muestra secada al horno A	
Peso de la muestra saturada superficialmente seco B	
Volumen de agua desplazada C	

Peso específico de masa A/C	
Peso específico de masa superficialmente seco B/C	
Porcentaje de absorción (B - A) x 100 / A	



Realizado por:

Técnico: _____ Ing. Responsable: _____



 JAVIER HELI
 SOSA ALVARADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 185717

FORMATO: F01-AT-PR-18

	LEM - FIC - UNI	Código:	F01-AT-PR-18	
	GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO	Versión:	05	
		Página:	01	
		Fecha:		

N° EXPEDIENTE

SOLICITANTE: _____ FECHA _____

1.0. AGREGADO GRUESO

Tamiz	Peso Ret. (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	
3"					Tipo: _____
2 1/2"					Cantera: _____
2"					Peso Muestra: _____
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
N° 4					
FONDO					
TOTAL		M.F.			

Secado de Muestra:
 FECHA: _____ HORA: _____
 Inicio de Secado: _____
 Fin de Secado: _____

2.0. AGREGADO FINO

Tamiz	Peso Ret. (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	
3/8"					Tipo: _____
N° 4					Cantera: _____
N° 8					Peso Muestra: _____
N° 16					
N° 30					
N° 50					
N° 100					
FONDO					
TOTAL		M.F.			

Horno: _____
Balanza: _____
Tamizadora: _____

3.0. HORMIGÓN

Tamiz	Peso Ret. (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	
2 1/2"					Tipo: _____
2"					Cantera: _____
1 1/2"					Peso Muestra: _____
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
N° 4					
N° 8					
N° 16					
N° 30					
N° 50					
N° 100					
FONDO					
TOTAL		M.F.			

Realizado por: _____
 Técnico: _____
 Ingeniero Responsable: _____


 JAVIER HELI
 SOSA ALVARADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 185717

FORMATO: F01-AC-PR-01

	SOLICITUD DE SERVICIO	Código:	F01-AC-PR-01	Expediente N°:	
	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034	Versión:	10		
		Página:	.....de.....	Factura N°:	
		Fecha:			

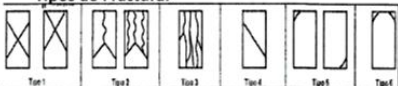
TIPO DE SERVICIO: NORMAL PREFERENCIAL
 CÁLCULO DE DENSIDAD: SI NO

SOLICITANTE (EMPRESA)	
RUC (Cancela el Ensayo)	
OBRA	
UBICACIÓN DE LA OBRA	
OBSERVACIONES	
REPRESENTANTE DEL SOLICITANTE	
DNI: Teléf: Firma: Fecha:	

INFORMACIÓN:

· Los especímenes no serán ensayados si cualquier diámetro individual difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2%.
 · Si las bases de los especímenes de ensayo se apartan de la perpendicularidad a los ejes por más de 0.5°. Estas serán cortadas o cepilladas para cumplir la tolerancia indicada, o capeadas de conformidad con la NTP 339.037 o cuando se permita, la NTP 339.216.

Tipos de Fractura:



· Entrega Informe: Probetas de concreto 3 días hábiles.
 · No llenar la zona sombreada, solo para personal LEM.

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	(1) MASA (g)	CARGA MÁXIMA (kg)	TIPO FRACTURA
		OBTENCIÓN	ENSAYO					

(1) Solo cuando se reporte Densidad
 Observaciones (Defectos en el espécimen y/o Refrentado): _____
 Máquina de Ensayo: _____
 Ing. Responsable: _____ Técnico: _____

· Ver CONDICIONES GENERALES DE SERVICIO JL-DOC-09 en la página web del Laboratorio www.lem.uni.edu.pe

 JAVIER HELI
 SOSA ALVARADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 185717

ANEXO 3

HOJA TÉCNICA

Sikament® TM-100

Superplastificante Reductor de agua de alto rango y polifuncional.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament® TM-100 es un aditivo líquido, color café. Superplastificante, reductor de agua de alto poder que produce en el concreto una consistencia superfluida o permite una alta reducción de agua de amasado. No contiene cloruros.

USOS

Sikament® TM-100 se caracteriza por su alto poder dispersante que permite una perfecta distribución de las partículas de cemento del concreto, provocando una hidratación completa, obteniendo así la máxima eficiencia del cemento. Este aditivo está especialmente indicado para facilitar el bombeo de concreto.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sikament® TM -100 proporciona los siguientes beneficios tanto al concreto fresco como al concreto endurecido:

- Mejora considerablemente la trabajabilidad de la mezcla.
- Disminuye el riesgo de patologías de falla en el concreto de estructuras densamente armadas y esbeltas.
- Mejora considerablemente el acabado del concreto y reproduce la textura de la formaleta.
- Se puede emplear para recuperar el asentamiento perdido en el concreto premezclado.
- Evita la segregación y disminuye la exudación del concreto fluido.
- Disminuye los tiempos de vibrado del concreto.
- Puede redosificarse el material hasta completar una dosis del 2% del peso del cemento sin alterar la calidad.
- Reduce considerablemente la permeabilidad del concreto, aumentando su durabilidad.
- Densifica el concreto y mejora su adherencia al acero de refuerzo.
- Reduce en alto grado la exudación y la retracción plástica.
- Gran economía en los diseños por la reducción de cemento alcanzable

DATOS BÁSICOS

Hoja Técnica
Sikament® TM-100
01.08.16, Edición 1

FORMA	ASPECTO Líquido
	COLOR Pardo Oscuro
	PRESENTACIÓN Granel x 1 L Cilindro x 200 L Dispenser x 1000 L.
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL 1 año en su envase original bien cerrado y bajo techo.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1.22 ± 0.03 Kg/L NORMA Sikament® TM-100 cumple normas ASTM C 494, aditivo tipo F

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS DOSIFICACIÓN 0.5% al 2.0% del peso del cemento. La dosis óptima debe determinarse mediante ensayos preliminares.
MÉTODO DE APLICACIÓN	APLICACIÓN Como plastificante o superplastificante: - Adicionar la dosis escogida de Sikament® TM-100 en la última porción del agua de amasado de la mezcla. Reducir agua y trabajar justo con la trabajabilidad requerida. Al reducir agua la mezcla pierde trabajabilidad muy rápido. Colóquela y vibrela inmediatamente. Puede usarse combinándolo con la dosis adecuada de un plastificante retardante del tipo: Plastiment® TM-12 con el fin de atenuar este fenómeno. PRECAUCIÓN La elaboración de concreto o mortero fluido exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido. En caso de deficiencia de finos dosificar Sika® Aer para incorporar del 3% al 4% de aire en la mezcla. El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de las formaletas para evitar la pérdida de la pasta. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de la obra. Al adicionar Sikament® TM-100 súper fluidificar una mezcla con asentamiento menor de 5 cm, el efecto súper plastificante se reduce notablemente y se incrementan los requerimientos del aditivo. Cuando se emplea para recuperar la bombeabilidad de una mezcla perdida por demoras en la colocación y se desea plasticidad por más de 1 hora adicional, agregue un plastificante retardante y luego Sikament® TM- 100 o Sikament® -306.

Hoja Técnica
Sikament® TM-100
01.08.16, Edición 1

2/4

BUILDING TRUST



Los mejores resultados se obtienen cuando los componentes que intervienen en la preparación del concreto cumplen con las normas vigentes. Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla, si se emplea un plastificante retardante adicionarlo previamente al Sikament® TM-100.

El curado del concreto con agua y/o Sika®Antisol® S antes y después del fraguado es indispensable.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 5

la misma que deberá ser destruida"

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sikament® TM-100 :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



Hoja Técnica
Sikament® TM-100
01.08.26, Edición 1

3/4

BUILDING TRUST





El presente documento presenta el Estado Permisible de las especificaciones técnicas de nuestro producto Sikament TM-100 x 1 L

1. ESTADO PERMISIBLE Y RESULTADOS DEL LOTE ANALIZADO:

NÚMERO DE LOTE: 073584 Fabric: 06/03/18 O/P:

Ensayo	Rango de Aceptación	Resultados
Aspecto	Min: 0.00 - Máx: 0.00	Correcto
Densidad (Kg/L)	Min: 1.20 - Máx: 1.22	1.22
pH al 10% (agua destilada)	Min: 7.50 - Máx: 10.50	7.65
Sólidos por Desecación (%)	Min: 38.00 - Máx: 42.00	42.00
Análisis Cualitativo por IR	Min: 0.00 - Máx: 0.00	Correcto
Fecha de vencimiento	1 año	04-2019

2. REFERENCIA:

NICC : 1024000 Edición : 2

Este documento es elaborado electrónicamente, por lo tanto tiene validez sin firma.

Atentamente,

Gari Medina Salvatierra

Jefe de Laboratorio

Lurin, 07 de Marzo 2018

Formato CC-F 13
 Autorizado por: GMS
 Fecha: 27-05-13
 Edición: 2

LA INFORMACIÓN Y EN PARTICULAR LAS RECOMENDACIONES DE ESTA INSTRUCCIÓN DE USO ESTÁN BASADAS EN LOS ACTUALES CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA, Y EN PRUEBAS QUE CONSIDERAMOS SEGURAS SOBRE LOS PRODUCTOS APROPIADAMENTE ALMACENADOS, MANIPULADOS Y UTILIZADOS EN LAS CONDICIONES NORMALES DESCRITAS. EN LA PRÁCTICA, Y NO PUDIENDO CONTROLAR LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN (TEMPERATURA, ESTADO DE LOS SUSTRATOS, ETC.), NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR NINGÚN DAÑO, PERJUICIO O PÉRDIDA OCASIONADAS POR EL USO INADECUADO DEL PRODUCTO. ACONSEJAMOS AL USUARIO QUE PREVIAMENTE DETERMINE SI EL MISMO ES APROPIADO PARA EL USO PARTICULAR PROPUESTO. TODOS LOS PEDIDOS ESTÁN SUJETOS A NUESTROS TÉRMINOS CORRIENTES DE VENTA Y ENTREGA. LOS USUARIOS SIEMPRE DEBEN REMITIRSE A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS HOJAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS; CUYAS COPIAS SE ENTREGARÁN A SOLICITUD DEL INTERESADO O A LAS QUE PUEDEN ACCEDER EN INTERNET A TRAVÉS DE NUESTRA PÁGINA WEB WWW.SIKA.COM.PE

SIKA PERU S.A.

Centro Industrial "Las Praderas de Lurin" S/N Mz B Lotes 5 y 6 / Lurin / Lima - Perú

Tel: +51 1 618 6060 · Fax: +51 1 618 6070 · www.sika.com.pe

ANEXO 4



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Center of Excellence for Accredited by



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : SERRANO CORDOVA PEDRO FERNANDO
 Obra : ELABORACION DE CONCRETO LIGERO PARA USO ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA 2018
 Ubicación : CIUDAD DE LIMA
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-4179
 Recibo N° : 63123
 Fecha de emisión : 19/11/2018

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 5 probetas cilíndricas de concreto

2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial PROETI
 Certificado de Calibración LFP - 273-2018

3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015.
 Procedimiento interno AT-PR-12.

4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	TIPO DE FRACTURA
1	CONCRETO CON ADITIVO	04/11/2018	19/11/2018	175.5	30.007	171	Tpo 5
2	CONCRETO CON ADITIVO	04/11/2018	19/11/2018	174.4	31.996	183	Tpo 2
3	CONCRETO SIN ADITIVO DE 1850	02/11/2018	19/11/2018	175.5	22.509	128	Tpo 3
4	CONCRETO SIN ADITIVO DE 1850	02/11/2018	19/11/2018	175.5	26.111	149	Tpo 3
5	CONCRETO SIN ADITIVO DE 1850	02/11/2018	19/11/2018	176.4	24.011	136	Tpo 2

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. D.A.V.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : PEDRO FERNANDO SERRANO CÓRDOVA
Obra : "ELABORACIÓN DE UN CONCRETO LIGERO PARA USO ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA 2018"
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 18-4164
Recibo N° : 63106
Fecha de emisión : 16/11/2018

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 3 probetas cilíndricas de concreto liviano
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración CMC-104-2018
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015.
 Procedimiento interno AT-PR-12.
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	TIPO DE MUESTRA
1	CONCRETO LIGERO 1850	26/10/2018	16/11/2018	190.3	37.029	205	Tipo 2
2	CONCRETO LIGERO 1850	26/10/2018	16/11/2018	79.3	13.175	166	Tipo 2
3	CONCRETO LIGERO 1850	26/10/2018	16/11/2018	182.7	35.554	195	Tipo 2

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. E.G.V.

Ms. Ing. Ana Torre Camilo
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : SERRANO CORDOVA PEDRO FERNANDO
Otro : ELABORACIÓN DE UN CONCRETO LIGERO PARA USO ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA 2018
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral
Expediente N° : 18-4344
Recibo N° : 63189
Fecha de emisión : 28/11/2018

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 8 probetas cilíndricas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TONITEC-98K.
 Certificado de Calibración LFP-247-2018
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.084.2017.
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (kg/cm ²)	DENSIDAD (kg/m ³)
4T	CONCRETO LIGERO D=1750	16/11/2018	23/11/2018	9.97	29.7	4746	14.6	1688
6T	CONCRETO LIGERO D=1800	16/11/2018	23/11/2018	10.04	29.8	5762	17.6	1732
8T	CONCRETO LIGERO D=1850	16/11/2018	23/11/2018	9.97	29.8	5652	17.4	1897
1T	CONCRETO LIGERO D=1750	09/11/2018	23/11/2018	10.1	29.7	5501	16.8	1847
2T	CONCRETO LIGERO D=1800	09/11/2018	23/11/2018	9.85	29.6	5108	16.0	1904
3T	CONCRETO LIGERO D=1850	09/11/2018	23/11/2018	9.96	29.8	7242	22.3	1903

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por: Ing. M. A. Tejeda S.
 Técnico Sr. L. O. R.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe del laboratorio

NOTAS:
 1) No es prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestra compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1079 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Center for Engineering Education and Research



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

Figura 1 de 3

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : SERRANO CORDOVA PEDRO FERNANDO
Otra : ELABORACIÓN DE UN CONCRETO LIGERO PARA USO ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA 2018
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 18-4344
Recibo N° : 63188
Fecha de emisión : 28/11/2018

1. DE LA MUESTRA : Consistente en probetas cilíndricas de concreto.

2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TONI/TEC-PIK,
 Certificado de Calibración LFP-247-2018

3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

4. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	DENSIDAD (kg/m ³)	TIPO DE MUESTRA
18	CONCRETO LIGERO D=1750	16/11/2018	23/11/2018	78.3	13.429	172	1.677	Tipo 2
25	CONCRETO LIGERO D=1750	16/11/2018	23/11/2018	78.7	13.186	168	1.726	Tipo 2
30	CONCRETO LIGERO D=1750	16/11/2018	23/11/2018	79.7	13.171	165	1.601	Tipo 3
40	CONCRETO LIGERO D=1800	16/11/2018	23/11/2018	79.3	13.494	170	1.748	Tipo 3
50	CONCRETO LIGERO D=1800	16/11/2018	23/11/2018	78.1	13.609	194	1.843	Tipo 2
61	CONCRETO LIGERO D=1800	16/11/2018	23/11/2018	80.0	14.379	182	1.726	Tipo 2
70	CONCRETO LIGERO D=1800	16/11/2018	23/11/2018	78.7	16.997	218	1.873	Tipo 2
80	CONCRETO LIGERO D=1800	16/11/2018	23/11/2018	78.9	17.735	225	1.839	Tipo 2
90	CONCRETO LIGERO D=1800	16/11/2018	23/11/2018	79.6	15.374	193	1.867	Tipo 2
100	CONCRETO LIGERO D=1750	08/11/2018	23/11/2018	78.9	12.711	161	1.723	Tipo 2



Ms. Ing. Ana Tzafra Carrillo
 Jefe (c) del laboratorio

NOTAS

- 1) Es prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestra compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Ax. Tupac Amaru N° 218, Lima 25
 apartado 1381 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1878 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Engineering Technology Accredited
 ABET

Expediente N° : 18-4244

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	DENSIDAD (kg/m³)	TIPO DE FALLA
2A	CONCRETO LIGERO D=1750	09/11/2018	23/11/2018	79.7	14.329	180	1.831	Tipo 2
3A	CONCRETO LIGERO D=1750	09/11/2018	23/11/2018	80.3	12.769	159	1.845	Tipo 2
4A	CONCRETO LIGERO D=1800	09/11/2018	23/11/2018	78.1	14.701	188	1.852	Tipo 3
5A	CONCRETO LIGERO D=1800	09/11/2018	23/11/2018	79.0	14.622	185	1.775	Tipo 2
6A	CONCRETO LIGERO D=1800	09/11/2018	23/11/2018	77.4	12.301	158	1.828	Tipo 3
7A	CONCRETO LIGERO D=1800	09/11/2018	23/11/2018	78.7	16.339	208	1.881	Tipo 3
8A	CONCRETO LIGERO D=1800	09/11/2018	23/11/2018	79.3	15.494	194	1.894	Tipo 2
9A	CONCRETO LIGERO D=1800	09/11/2018	23/11/2018	77.9	18.217	234	1.943	Tipo 2
1	CONCRETO LIGERO D=1750	02/11/2018	23/11/2018	170.3	24.476	143	1.841	Tipo 2
2	CONCRETO LIGERO D=1750	02/11/2018	23/11/2018	177.9	31.201	175	1.764	Tipo 2
3	CONCRETO LIGERO D=1750	02/11/2018	23/11/2018	173.8	29.449	169	1.789	Tipo 5
4	CONCRETO LIGERO D=1800	02/11/2018	23/11/2018	174.1	31.691	182	1.729	Tipo 2
5	CONCRETO LIGERO D=1800	02/11/2018	23/11/2018	171.3	31.724	185	1.751	Tipo 2
6	CONCRETO LIGERO D=1800	02/11/2018	23/11/2018	177.2	24.341	137	1.727	Tipo 2



[Signature]

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el formato de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 218, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : SERRANO CORDOVA PEDRO FERNANDO
Obra : ELABORACION DE UN CONCRETO LIGERO PARA USO ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA 2018
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 18-4421
Recibo N° : 63369
Fecha de emisión : 05/12/2018

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 10 probetas cilíndricas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI / TECHNIK. Certificado de Calibración LFP-274-2018
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015. Procedimiento interno AT-PR-12.
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	DENSIDAD (gr/cm³)	TIPO DE FRACTURA
1	CONCRETO LIGERO D=1750	17/11/2018	04/12/2018	78.7	13,362	170	1.71	Tipo 2
2	CONCRETO LIGERO D=1750	17/11/2018	04/12/2018	78.5	15,548	198	-	Tipo 2
3	CONCRETO LIGERO D=1750	17/11/2018	04/12/2018	78.4	14,077	180	-	Tipo 2
4	CONCRETO LIGERO D=1800	17/11/2018	04/12/2018	77.0	15,922	207	1.89	Tipo 2
5	CONCRETO LIGERO D=1800	17/11/2018	04/12/2018	78.2	16,146	206	-	Tipo 2
6	CONCRETO LIGERO D=1800	17/11/2018	04/12/2018	78.6	16,067	210	-	Tipo 2
7	CONCRETO LIGERO D=1850	17/11/2018	04/12/2018	78.1	17,812	228	1.88	Tipo 2
8	CONCRETO LIGERO D=1850	17/11/2018	04/12/2018	78.4	20,725	264	-	Tipo 2
9	CONCRETO LIGERO D=1850	17/11/2018	04/12/2018	77.8	17,221	221	-	Tipo 2
10	CONCRETO LIGERO	04/11/2018	04/12/2018	177.5	30,632	173	-	Tipo 2

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. E.G.V.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : SERRANO CORDOVA PEDRO FERNANDO
 : "ELABORACION DE UN CONCRETO LIGERO PARA USO ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA 2018"
 Obra : LIMA
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral
 Expediente N° : 18-4421
 Recibo N° : 63369
 Fecha de emisión : 06/12/2018

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 4 probetas cilíndricas de concreto.
 2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274-2018
 3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.084.2012.
 4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/cm ²)
1	CONCRETO LIGERO D=1800	17/11/2018	04/12/2018	10.0	20.6	5319	16.5
2	CONCRETO LIGERO D=1800	17/11/2018	04/12/2018	10.0	20.6	4964	15.3
3	CONCRETO LIGERO D=1750	17/11/2018	04/12/2018	10.1	20.7	7185	22.0
4	CONCRETO LIGERO D=1750	17/11/2018	04/12/2018	9.9	20.7	6723	20.8

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. E.G.V.


 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe del laboratorio

NOTAS:

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



ANEXO 5

INFORME TECNICO

De	: CONSULTORIA - CONTROL DE CALIDAD MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN - DISEÑO DE MEZLAS DE CONCRETO - ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS Y AFINES
Atención	: SERRANO CORDOVA PEDRO FERNANDO
Obra	: ELABORACIÓN DE CONCRETO LIGERO PARA USO EN EDIFICACIONES - DENSIDAD 1800 kg/m ³
Ubicación de la obra	: LIMA
Asunto	: Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm ²
Fecha de emisión	: 05/11/2018

1.0 MATERIALES UTILIZADOS:

1.1. Cemento:

Se utilizó cemento SOL tipo I, proporcionado por el solicitante.

1.2. Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera TRAPICHE.

Las características se indican en el ANEXO 1.

1.3. Tecnopor:

Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera .

Las características se indican en el ANEXO 2.

1.4. Aditivo:

Sika Viscocrete Superplasticante,
Dosis 2.5% del peso del cemento.



Ing. Rolando Antonio V. Martínez
CIP 71919

NOTAS
1)
Esa

2.0 DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR (f'c = 210 Kg/cm²) CEMENTO SOL tipo I**2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación	.....	f'c = 210	Kg/cm ²
Asentamiento	.....	3" - 4"	
Relación a/c de diseño	.....	0.36	
Relación a/c de obra	.....	0.36	
Proporciones de diseño	.....	1	: 1.90 : 0.07
Proporciones de obra	.....	1	: 1.92 : 0.07

2.2. CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	556	Kg.
Arena	.....	1068	Kg.
Tecnopor	.....	40	Kg.
Agua	.....	198	L.
Aditivo	.....	13.9	Kg.

2.3. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.50	Kg.
Arena	.....	81.70	Kg.
Tecnopor	.....	3.04	Kg.
Agua	.....	15.12	L.
Aditivo	.....	1062.5	g.


2.4. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	: 1.80 : 0.07
Agua	.....	15.12	L/bolsa
Aditivo	.....	0.957	L/bolsa

3.0. OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Técnico : Sr. R.J.V.


 Ing. Rolando Antonio V. Martínez
 CIP 71019
NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

ANEXO 1

RESULTADOS :

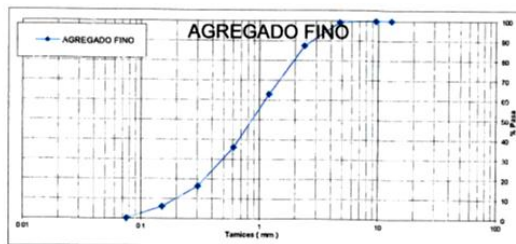
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera TRAPICHE.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%
(Pulg)	(mm)	RET.	ACUM.	PASA
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	0.7	0.7	99.3
N°8	2.38	11.9	12.6	87.4
N°16	1.19	24.6	37.2	62.8
N°30	0.6	26.9	64.1	35.9
N°50	0.3	19.7	83.8	16.3
N°100	0.15	10.3	94.0	6.0
FONDO		6.0	100.0	0.0

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA




C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	2.92
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1,585
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1,716
Peso Específico	2.59
Contenido de Humedad (%)	1.21
Porcentaje de Absorción (%)	0.97

2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Técnico : Sr. R.J.V.


 Ing. Rolando Antonio V. Martínez
 CIP 71019

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

INFORME TECNICO

De : CONSULTORIA - CONTROL DE CALIDAD MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN -
DISEÑO DE MEZLAS DE CONCRETO - ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO
DESTRUCTIVOS Y AFINES

Atención : SERRANO CORDOVA PEDRO FERNANDO

Obra : ELABORACIÓN DE CONCRETO LIGERO PARA USO EN EDIFICACIONES -
DENSIDAD 1750 kg/m³

Ubicación de la obra : LIMA

Asunto : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Fecha de emisión : 05/11/2018

1.0 MATERIALES UTILIZADOS:**1.1. Cemento:**

Se utilizó cemento SOL tipo I, proporcionado por el solicitante.

1.2. Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera TRAPICHE.

Las características se indican en el ANEXO 1.

1.3. Tecnopor:

Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera .

Las características se indican en el ANEXO 2.

1.4. Aditivo:

Sika Viscocrete Superplastificante.
Dosis 2.5% del peso del cemento.



Ing. Rolando Antonio V. Martínez
CIP 71019

NOTAS:

1)
Está

ANEXO 1

Pag. 3 de 3

RESULTADOS :

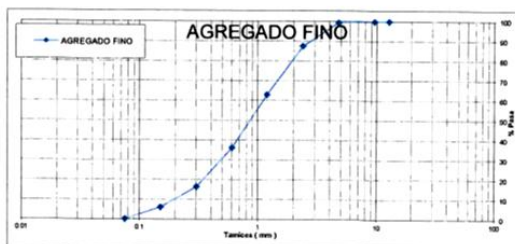
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera TRAPICHE.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%
(Pulg)	(mm)	RET.	ACUM.	PASA
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	0.7	0.7	99.3
N°8	2.38	11.9	12.6	87.4
N°16	1.19	24.6	37.2	62.8
N°30	0.6	26.9	64.1	35.9
N°50	0.3	19.7	83.8	16.3
N°100	0.15	10.3	94.0	6.0
FONDO		6.0	100.0	0.0

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA




C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	2.92
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1,585
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1,716
Peso Específico	2.59
Contenido de Humedad (%)	1.21
Porcentaje de Absorción (%)	0.97

2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Técnico : Sr. R.J.V.


 Ing. Rolando Antonio V. Martínez
 CIP 71019

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

INFORME TECNICO

De : CONSULTORIA - CONTROL DE CALIDAD MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN -
DISEÑO DE MEZLAS DE CONCRETO - ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO
DESTRUCTIVOS Y AFINES

Atención : SERRANO CORDOVA PEDRO FERNANDO

Obra : ELABORACIÓN DE CONCRETO LIGERO PARA USO EN EDIFICACIONES -
DENSIDAD 1800 kg/m³

Ubicación de la obra : LIMA

Asunto : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Fecha de emisión : 05/11/2018

1.0 MATERIALES UTILIZADOS:**1.1. Cemento:**

Se utilizó cemento SOL tipo I, proporcionado por el solicitante.

1.2. Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera TRAPICHE.

Las características se indican en el ANEXO 1.

1.3. Tecnopor:

Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera .

Las características se indican en el ANEXO 2.

1.4. Aditivo:

Sika Viscocrete Superplastificante.
Dosis 2.5% del peso del cemento.



Ing. Rolando Antonio V. Martínez
CIP 71019

NOTAS:

1)
Está

RESULTADOS

2.0 DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
Asentamiento	.....	3" - 4"		
Relación a/c de diseño	.....	0.36		
Relación a/c de obra	.....	0.36		
Proporciones de diseño	.....	1	:	2.09 : 0.06
Proporciones de obra	.....	1	:	2.12 : 0.06

2.2. CANTIDAD DE MATERIAL POR m^3 DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	556	Kg.
Arena	.....	1177	Kg.
Tecnopor	.....	32	Kg.
Agua	.....	197	L.
Aditivo	.....	13.9	Kg.

2.3. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

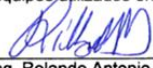
Cemento	.....	42.50	Kg.
Arena	.....	90.02	Kg.
Tecnopor	.....	2.46	Kg.
Agua	.....	15.09	L.
Aditivo	.....	1062.5	g.

2.4. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	:	1.99 : 0.06
Agua	.....	15.09	L/bolsa	
Aditivo	.....	0.957	L/bolsa	

- 3.0. OBSERVACIONES:
- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
 - 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Técnico : Sr. R.J.V.


Ing. Rolando Antonio V. Martínez
CIP 71019

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

2.0 DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 210$	Kg/cm ²
Asentamiento	.....	3" - 4"	
Relación a/c de diseño	.....	0.36	
Relación a/c de obra	.....	0.36	
Proporciones de diseño	.....	1	: 1.81 : 0.07
Proporciones de obra	.....	1	: 1.83 : 0.07

2.2. CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	556	Kg.
Arena	.....	1017	Kg.
Tecnopor	.....	40	Kg.
Agua	.....	198	L.
Aditivo	.....	13.9	Kg.

2.3. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

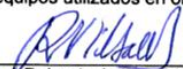
Cemento	.....	42.50	Kg.
Arena	.....	77.77	Kg.
Tecnopor	.....	3.09	Kg.
Agua	.....	15.13	L.
Aditivo	.....	1062.5	g.

2.4. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	: 1.72 : 0.08
Agua	.....	15.13	L/bolsa
Aditivo	.....	0.957	L/bolsa

- 3.0. OBSERVACIONES:**
- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
 - 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Técnico : Sr. R.J.V.


 Ing. Rolando Antonio V. Martínez
 CIP 71019

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

ANEXO 1

RESULTADOS :

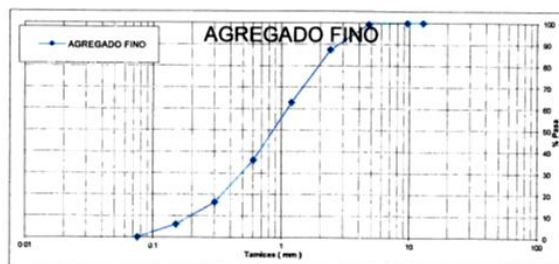
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera TRAPICHE.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%
(Pulg)	(mm)	RET.	ACUM.	PASA
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	0.7	0.7	99.3
N°8	2.38	11.9	12.6	87.4
N°16	1.19	24.6	37.2	62.8
N°30	0.6	26.9	64.1	35.9
N°50	0.3	19.7	83.8	16.3
N°100	0.15	10.3	94.0	6.0
FONDO		6.0	100.0	0.0

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA




C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	2.92
Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1,585
Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	1,716
Peso Específico	2.59
Contenido de Humedad (%)	1.21
Porcentaje de Absorción (%)	0.97

2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Técnico : Sr. R.J.V.


 Ing. Rolando Antonio V. Martínez
 CIP 71019

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SERRANO CORONEL, PEDRO FERNANDO

INFORME TITULADO:

*ELABORACIÓN DE U.M. CONCRETO LIGERO PARA USO
ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE LIMA PERÚ 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

14/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

16 (Diez y seis)



[Handwritten signature]

Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

Yo, Mg. Ing. Carlos Alberto Villegas Martínez

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor de la tesis titulada:

"Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018"

Del estudiante: PEDRO FERNANDO SERRANO CORDOVA

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima – 13/12/2018



.....
Mg. Ing. Carlos Alberto Villegas Martínez

DNI: 00504295
.....



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Pedro Fernando Serrano Cordova, identificado con DNI
Nº 76511313,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

“Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018”

En el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 05 y Art. 09

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....


FIRMA

DNI: 76511313

FECHA: 14-12-2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

"Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL.

AUTOR:

Pedro Fernando Serrano Gordova

ASESOR:

Mg. Ing. Carlos Alberto Villegas Martínez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2018



Todas las fuentes	
Coincidencia 1 de 203	
Entregado a Universida... Trabajo del profesor: 602	10 %
repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet: 179 URL	6 %
es.scribd.com Fuente de Internet: 75 URL	4 %
repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet: 15 URL	4 %
es.slideshare.net Fuente de Internet: 24 URL	4 %
Entregado a Universida... Trabajo del profesor: 41	4 %
www.scribd.com Fuente de Internet: 22 URL	4 %
pt.scribd.com Fuente de Internet: 6 URL	3 %
documents.mx Fuente de Internet: 37 URL	3 %
Entregado a Universida... Trabajo del estudiante: 60	3 %
repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet: 2 URL	3 %
cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet: 7 URL	3 %
www.slideshare.net	3 %

Excluir Fuentes