

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL
CONCRETO SIMPLE ($F'_c=175 \text{ kg/cm}^2$) ELABORADO
CON DISTINTAS DOSIS DE POLIESTIRENO, CHOTA,**

2020

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE

Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

Chota, Perú

2021



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: **Bustamante Bustamante Carlos Angel**

Código del alumno: **2014050125**

Teléfono: **999398051**

Correo electrónico: **anghel010893@gmail.com**

DNI: **48183138**

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller

Licenciado

Título

Magister

Segunda especialidad

Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL CONCRETO SIMPLE ($F_c=175 \text{ kg/cm}^2$)
ELABORADO CON DISTINTAS DOSIS DE POLIESTIRENO, CHOTA, 2020

5. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: **MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO** Teléfono: **967904967**

Correo electrónico: **masilvat@unach.edu.pe**

D.N.I.: **45606229**

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Carlos Angel Bustamante Bustamante
DNI. N° 73814225

Fecha, 26 de Noviembre de 2021


**CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL
CONCRETO SIMPLE ($F'_c=175$ kg/cm²) ELABORADO
CON DISTINTAS DOSIS DE POLIESTIRENO, CHOTA,
2020**

POR:

CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE

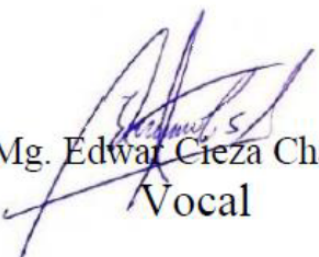
**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título
de
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR


Ing. Dr. Luis Orbegoso Navarro
Presidente



CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824
Ing. Mg. Claudia Benavidez Núñez
Secretario


Ing. Mg. Edwar Cieza Chávez
Vocal

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al ser que nos cuida e ilumina
diariamente, nuestro buen padre Dios.

Agradezco infinitamente a mi padre
Maximiliano Bustamante Edquen, que me
enseñó el valor del trabajo y a mi madre
Rosa Emilia Bustamante Bravo, que con su
infinito amor me incentiva a seguir adelante
en mis estudios y mi vida diaria.

DEDICATORIA

A mis profesores, ingenieros que con su sabiduría y su entendimiento en la ciencia supieron forjar profesionales de bien para el desarrollo de nuestra nación.

También dedico este trabajo de investigación a Liseth Mejía Bustamante, quien a diario me acompaña y es mi fortaleza en todo momento.

A mis hermanos quienes supieron darme la mano en todo momento, y hoy están orgullosos de ver mi sueño hecho realidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Planteamiento del problema	15
1.2. Formulación del problema.....	17
1.3. Justificación e importancia	17
1.4. Delimitación de la investigación	18
1.5. Objetivos.....	18
1.5.1. Objetivo general	18
1.5.2. Objetivos específicos	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.1.1. A nivel internacional	20
2.1.2. A nivel nacional.....	21
2.1.3. A nivel regional	23
2.2. Marco teórico	24
2.2.1. Concreto simple:.....	24
2.2.2. Agregados para concreto	24
2.2.3. Poliestireno (EPS)	25
2.2.4. Diseño de mezclas ACI	26
2.2.5. Ensayos en agregados	27
2.2.6. Propiedades en estado fresco del concreto	31
2.2.7. Propiedades en estado endurecido del concreto	32
2.2.8. Concreto ligero	32
2.2.9. Concreto simple elaborado con distintas dosis de poliestireno.	32
2.2.10. Importancia del aislamiento térmico y acústico en la construcción	33
2.3. Definición de términos	34
CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	36

3.1. Hipótesis	36
3.2. Variables.....	36
3.2.1. Variable dependiente	36
3.2.2. Variable independiente	36
3.3. Operalización de variables.....	37
CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO	38
4.1. Ubicación geográfica del estudio	38
4.2. Unidad de análisis, población y muestra	41
4.2.1. Población	41
4.2.2. Muestra	41
4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación	43
4.3.1. Tipo de investigación	43
4.3.2. Diseño de investigación.....	44
4.3.3. Metodología de la investigación.....	45
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
4.4.1. Técnicas	46
4.4.2. Instrumentos	50
4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información	51
4.6. Matriz de consistencia metodológica	52
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
5.1. Presentación de resultados.....	53
5.1.1. Características del agregado grueso	53
5.1.2. Características del agregado fino.....	57
5.1.3. Diseño de concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$	62
5.1.4. Peso de los especímenes de concreto elaborados con adición de poliestireno	69
5.1.5. Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto elaborados con adición de poliestireno.....	74
5.1.6. Porcentaje óptimo de incorporación de poliestireno	79
5.1.7. Estructuras a escala.....	83

5.1.8. Costo de producción del concreto	90
5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	97
5.3. Contrastación de la hipótesis	106
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
ANEXOS	124
Anexo N° 1. Matriz de consistencia	124
Anexo N° 2. Panel fotográfico	125
Anexo N° 3. Ficha técnica del cemento	132
Anexo N° 4. Análisis estadístico ANOVA.....	133
Anexo N° 5. Resultados de los ensayos en agregados	152
Anexo N° 6. Diseño de mezclas	168
Anexo N° 7. Resultados de ensayos en el concreto.....	170
Anexo N° 8. Resultados de ensayos termo – acústicos en estructura a escala de concreto con poliestireno.....	179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	37
Tabla 2. Ubicación y acceso a la cantera de agregado fino.	39
Tabla 3. Ubicación y acceso a la cantera de agregado grueso	40
Tabla 4. Especímenes de concreto simple $F'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes porcentajes de poliestireno ...	42
Tabla 5. Dimensiones de las estructuras a escala para ensayos termoacústicos	42
Tabla 6. Granulometría del agregado grueso, Cantera San Juan	53
Tabla 7. Granulometría del agregado fino, Cantera Conchán	57
Tabla 8. Características del agregado grueso	62
Tabla 9. Características del agregado fino.....	62
Tabla 10. Características de las perlas de poliestireno	62
Tabla 11. Características del cemento Portland Tipo I.....	63
Tabla 12. Características del agua	63
Tabla 13. Porcentaje de aire atrapado.....	63
Tabla 14. Cantidad aproximada de agua para amasado.....	64
Tabla 15. Relación agua cemento vs resistencia del concreto	64
Tabla 16. Volumen de agregado grueso compactado	65
Tabla 17. Cantidad de materiales (kg) en seco y en húmedo.....	67
Tabla 18. Pesos promedio de los especímenes según diseño de mezcla.....	72
Tabla 19. Resistencias a la compresión promedio de los especímenes según diseño de mezcla	78
Tabla 20. Peso y resistencia a la compresión de los especímenes a los 28 días	81
Tabla 21 Iteraciones para determinar porcentaje óptimo.....	82
Tabla 22. Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las estructuras 1, 2 y 3	88
Tabla 23. Sonido (Db) en las estructuras 1, 2 y 3.....	89
Tabla 24. Proporción de los materiales para 1 m ³ de concreto con poliestireno, 20% de desperdicio.....	90
Tabla 25. Precio por kg de las perlas de poliestireno	90
Tabla 26. Costo de producción de 1 m ³ de concreto con 0% de poliestireno (D1).....	91
Tabla 27. Costo de producción de 1 m ³ de concreto con 5% de poliestireno (D2).....	91
Tabla 28. Costo de producción de 1 m ³ de concreto con 10% de poliestireno (D3).....	92
Tabla 29. Costo de producción de 1 m ³ de concreto con 12.5% de poliestireno (Diseño adecuado técnicamente).....	92
Tabla 30. Costo de producción de 1 m ³ de concreto con 15% de poliestireno (D4).....	93
Tabla 31. Costo de producción de 1 m ³ de concreto con 20% de poliestireno (D5).....	93
Tabla 32. Costo de producción de 1 m ³ de concreto con 25% de poliestireno (D6).....	94
Tabla 33. Costo de producción de 1 m ³ de concreto con 30% de poliestireno (D7).....	94
Tabla 34. Datos técnicos y económicos del concreto con poliestireno.....	96
Tabla 35. Resumen de características de los componentes para la elaboración de concreto con poliestireno, Chota	97
Tabla 36. Características de los agregados en otras investigaciones	98

Tabla 37. Proporción de materiales para 1 m ³ de concreto con 12.50% de poliestireno	99
Tabla 38. Diseño de mezclas del concreto con poliestireno en otras investigaciones	99
Tabla 39. Concreto f ^c = 175 kg/cm ² con adición de poliestireno, Chota	101
Tabla 40. Peso (gr) en estado endurecido del concreto con poliestireno en otras investigaciones	101
Tabla 41. Resistencia a la compresión del concreto con poliestireno en otras investigaciones	102
Tabla 42. Variación de la temperatura (T) en las estructuras a escala.....	103
Tabla 43. Variación del sonido (Db) en las estructuras a escala	103
Tabla 44. Costo de 1 m ³ de concreto con perlas de poliestireno, para construcciones de la ciudad de Chota	105
Tabla 45. Costo de producción de concreto con poliestireno en otras investigaciones	105
Tabla 46 Datos de resistencia a la compresión para análisis estadístico ANOVA.	106
Tabla 47 Análisis de varianza en software Minitab 19.....	107
Tabla 48 Resumen de modelo estadístico Minitab 19	107
Tabla 49 Datos de temperatura en estructura 1 para análisis estadístico ANOVA.....	108
Tabla 50 Análisis de varianza de datos de temperatura en estructura 1	109
Tabla 51 Datos de temperatura en estructura 2 para análisis estadístico ANOVA.....	109
Tabla 52 Análisis de varianza de datos de temperatura en estructura 2	110
Tabla 53 Datos de temperatura en estructura 3 para análisis estadístico ANOVA.....	110
Tabla 54 Análisis de varianza de datos de temperatura en estructura 3	111
Tabla 55 Datos de sonido en estructura 1 para análisis estadístico ANOVA.	112
Tabla 56 Análisis de varianza de datos de sonido en estructura 1	113
Tabla 57 Datos de sonido en estructura 2 para análisis estadístico ANOVA.	113
Tabla 58 Análisis de varianza de datos de sonido en estructura 2.....	114
Tabla 59 Datos de sonido en estructura 3 para análisis estadístico ANOVA.	114
Tabla 60. Análisis de varianza de datos de sonido en estructura 3.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción del concreto simple	24
Figura 2. Clasificación de los agregados según tamaño	25
Figura 3. Tipos de poliestireno	25
Figura 4. Flujograma de la obtención del poliestireno.	26
Figura 5. Principales especificaciones para el diseño ACI	26
Figura 6. Secuencia de diseño	27
Figura 7. Curva de distribución granulométrica del agregado fino	29
Figura 8. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso	29
Figura 9. Asentamiento del concreto	31
Figura 10. Propiedades más resaltantes que brinda el concreto liviano elaborados con perlitas de poliestireno	33
Figura 11. Aplicación del poliestireno	33
Figura 12. Importancia del aislante térmico	34
Figura 13. Mapa de la ciudad de Chota	38
Figura 14. Ubicación geográfica de la cantera de agregado fino.....	39
Figura 15. Ubicación geográfica de la cantera de agregado grueso.....	40
Figura 16. Accesos a la cantera Conchán y San Juan, Chota	41
Figura 17. Diseño de la estructura a escala para ensayos de aislamiento térmico y acústico	42
Figura 18. Tipo de investigación	43
Figura 19. Diseño de investigación: Experimental con grupo de control	44
Figura 20. Descripción de la metodología: Hipotético – deductivo	45
Figura 21. Prueba de hipótesis unilaterales	52
Figura 22. Curva granulométrica del agregado grueso	53
Figura 23. Contenido de humedad (%) del agregado grueso, cantera San Juan	54
Figura 24. Absorción del agregado grueso, cantera San Juan	54
Figura 25. Cantidad que pasa tamiz # 200 del agregado grueso, cantera San Juan	55
Figura 26. Abrasión (%) del agregado grueso	55
Figura 27. Peso específico (gr/cm ³) del agregado grueso, cantera San Juan	56
Figura 28. Peso unitario suelto (kg/m ³) del agregado grueso de la cantera San Juan	56
Figura 29. Peso unitario compactado (kg/m ³) del agregado grueso de la cantera San Juan.....	57
Figura 30. Curva granulométrica del agregado fino, cantera Conchán	58
Figura 31. Módulo de fineza (MF) del agregado fino	58
Figura 32. Contenido de humedad del agregado fino de la cantera Conchán.....	59
Figura 33. Absorción (%) del agregado fino	59
Figura 34. Cantidad que pasa tamiz # 200 del agregado fino de la cantera Conchán.....	60
Figura 35. Peso específico (densidad) en gr/cm ³ , del agregado fino de la cantera Conchán	60
Figura 36. Peso unitario suelto (kg/m ³) del agregado fino de la cantera Conchán.....	61
Figura 37. Peso unitario compactado (kg/m ³) del agregado fino de la cantera Conchán.....	61

Figura 38. Diseño de mezcla base para concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$	68
Figura 39. Cantidad de materiales para 1 m ³ de concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ con el 20% de desperdicio según porcentaje de incorporación de poliestireno	68
Figura 40. Peso de los especímenes (kg) con 0% de poliestireno – Diseño 1	69
Figura 41. Peso de los especímenes (kg) elaborados con 5% de poliestireno – Diseño 2	69
Figura 42. Peso de los especímenes (kg) elaborados con 10% de poliestireno – Diseño 3	70
Figura 43. Peso de los especímenes (kg) elaborados con 15% de poliestireno – Diseño 4	70
Figura 44. Peso de los especímenes (kg) elaborados con 20% de poliestireno – Diseño 5	71
Figura 45. Peso de los especímenes (kg) elaborados con 25% de poliestireno – Diseño 6	71
Figura 46. Peso de los especímenes (kg) elaborados con 30% de poliestireno – Diseño 7	72
Figura 47. Peso de los especímenes (kg) según diseño de mezcla	73
Figura 48. Peso de los especímenes (kg) según edad de elaboración	73
Figura 49. Resistencia a la compresión (kg/cm ²) de los especímenes elaborados con 0% de poliestireno	74
Figura 50. Resistencia a la compresión (kg/cm ²) de los especímenes elaborados con 5% de poliestireno – Diseño 2.....	75
Figura 51. Resistencia a la compresión (kg/cm ²) de los especímenes elaborados con 10% de poliestireno – Diseño 3.....	75
Figura 52. Resistencia a la compresión (kg/cm ²) de los especímenes elaborados con 15% de poliestireno – Diseño 4.....	76
Figura 53. Resistencia a la compresión (kg/cm ²) de los especímenes elaborados con 20% de poliestireno – Diseño 5.....	76
Figura 54. Resistencia a la compresión (kg/cm ²) de los especímenes elaborados con 25% de poliestireno – Diseño 6.....	77
Figura 55. Resistencia a la compresión (kg/cm ²) de los especímenes elaborados con 30% de poliestireno – Diseño 7.....	77
Figura 56. Resistencia a la compresión de los especímenes (kg/cm ²) según diseño de mezcla.....	78
Figura 57. Resistencia a la compresión de los especímenes (kg/cm ²) según edad de elaboración	79
Figura 58. Curvas de variación del peso de los especímenes (kg) según edad de elaboración.....	80
Figura 59. Curvas de variación de la resistencia de los especímenes (kg/cm ²) según edad de elaboración	80
Figura 60. Cálculo del porcentaje óptimo de incorporación de poliestireno al concreto.....	82
Figura 61. Estructuras a escala para ensayos termo – acústicos.....	83
Figura 62. Variación de temperatura (°C) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 1, espesor 15 cm, mezcla sin poliestireno	84
Figura 63. Variación de sonido (Db) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 1, espesor 15 cm, mezcla sin poliestireno	84
Figura 64. Variación de temperatura (°C) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 2, espesor 10 cm, mezcla con poliestireno	85

Figura 65. Variación de sonido (Db) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 2, espesor 10 cm, mezcla con poliestireno	85
Figura 66. Variación de temperatura (°C) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 3, espesor 15 cm, mezcla con poliestireno	86
Figura 67. Variación de sonido (Db) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 3, espesor 15 cm, mezcla con poliestireno	86
Figura 68. Variación de temperatura en las estructuras 1, 2 y 3	88
Figura 69. Variación de sonido (Db) en las estructuras 1, 2 y 3	89
Figura 70. Costo de 1 m ³ de concreto con poliestireno	95
Figura 71. Costo beneficio de la elaboración de concreto con poliestireno	96

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivos específicos: a) diseñar una mezcla de concreto simple $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y modificarla con distintas dosis de poliestireno con el fin de evaluar estas nuevas propiedades; b) determinar la influencia de la adición de poliestireno al concreto simple en su estado endurecido en cuanto al peso, y resistencia a compresión; además, Determinar la caracterización térmica y acústica, mediante ensayos a 3 estructuras a escala; y c) comparar el costo de producción del concreto elaborado con distintas dosis de poliestireno con respecto al concreto tradicional, para identificar qué tipo de concreto tiene mayores beneficios. La metodología consistió en utilizar como muestra, 84 especímenes cilíndricos de concreto con 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30% de poliestireno respecto al volumen de los agregados (fino y grueso). Se realizaron ensayos físico-mecánicos al agregado fino de la cantera Conchán y al agregado grueso de la cantera San Juan, verificando que cumplen con la NTP 400.037. El diseño del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ se realizó por el método ACI. Según los resultados en los especímenes de concreto, el peso y resistencia a la compresión disminuye según se incrementa el porcentaje de adición de poliestireno, pero al adicionar 12.50% se cumple con los estándares de calidad, con 175.50 kg/cm^2 de resistencia a la compresión. Las estructuras a escala elaboradas con concreto con 12.50% de poliestireno, alcanzan temperaturas (menor en $17.30 \text{ }^\circ\text{C}$) y sonidos más bajos (en 39.50 Db) que la estructura sin poliestireno. El costo de producción de 1 m^3 de concreto simple sin poliestireno se estima en S/. 368.99, pero al adicionar 12.50% de poliestireno, se ahorra S/. 5.47, por tanto, su producción es más rentable, para la construcción de muros u otras estructuras de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, en Chota.

Palabras clave: Diseño, resistencia a la compresión, temperatura, sonido, costo de producción.

ABSTRACT

The specific objectives of the research were: a) to design a simple concrete mix $f'c= 175$ kg/cm² and modify it with different doses of polystyrene in order to evaluate these new properties; b) to determine the influence of the addition of polystyrene to simple concrete in its hardened state in terms of weight and compressive strength; in addition, to determine the thermal and acoustic characterization, through tests on 3 scale structures; and c) to compare the production cost of concrete made with different doses of polystyrene with respect to traditional concrete, to identify which type of concrete has greater benefits. The methodology consisted of using 84 cylindrical specimens of concrete with 0, 5, 10, 15, 15, 20, 25 and 30% polystyrene in relation to the volume of aggregates (fine and coarse). Physical-mechanical tests were carried out on the fine aggregate from the Conchán quarry and the coarse aggregate from the San Juan quarry, verifying that they comply with NTP 400.037. The concrete design $f'c= 175$ kg/cm² was carried out using the ACI method. According to the results in the concrete specimens, the weight and compressive strength decreases as the percentage of polystyrene addition increases, but the addition of 12.50% complies with the quality standards, with 175.50 kg/cm² of compressive strength. The scaled structures elaborated with concrete with 12.50% polystyrene reach lower temperatures (lower by 17.30 °C) and lower sounds (by 39.50 Db) than the structure without polystyrene. The production cost of 1 m³ of simple concrete without polystyrene is estimated at S/. 368.99, but by adding 12.50% of polystyrene, S/. 5.47 is saved, therefore, its production is more profitable for the construction of walls or other structures of $f'c= 175$ kg/cm², in Chota.

Key words: Design, compressive strength, temperature, sound, production cost.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La tendencia de la construcción busca crear o modificar materiales para generar elementos constructivos con mayores beneficios económicos, sociales y ambientales, los mismos que muchas veces representan un cambio de modelos rígidos y pesados, por componentes sencillos, livianos de igual capacidad estructural. Este es el caso, del uso de derivados petroquímicos, como el poliestireno, para generar materiales con buenas características de absorción de energía, propiedad que podría generar buenos resultados como aislador acústico y acondicionador térmico.

“El consumo de poliestireno expandido ha aumentado, llegando en el 2000 a 60 Mton/mes, de los cuales el 50% corresponde a USA y el resto se reparte por igual entre Europa y Japón, sin tener en cuenta los países latinoamericanos” (Agudelo et al., 2017), pero los productos de poliestireno son rápidamente utilizados y reciclados o desechados, generando mayor cantidad de residuos sólidos, en cambio la utilización de estos en la construcción, como concreto ligero, resulta adecuada, debido a que el poliestireno posee características de ligereza, aislamiento térmico y acústico, baja densidad, alta capacidad de amortiguamiento y baja absorción de agua.

La utilización del concreto liviano es favorable debido a sus propiedades como baja densidad, trabajabilidad, resistencia al fuego, resistente a la acción del hielo y deshielo, aislamiento acústico y térmico, además resulta más económico debido a que está constituido por un gran porcentaje de poliestireno expandido. (Vera, 2018)

A nivel nacional el aumento de las construcciones, el costo de los aditivos y la baja disponibilidad de agregados de calidad muchas veces ocasiona que el concreto tenga un costo elevado, por ello, se busca nuevas alternativas que sean más económicas y amigables con el medio ambiente, como el uso de poliestireno expandido para mejorar el comportamiento del concreto (Chávez, 2019).

Las perlas de poliestireno son espumas estables de baja densidad, que tienen estructura cerrada y buena resistencia al impacto (Balvin, Barrios y Canchari, 2019), que al mezclarse con el concreto brindan adecuadas propiedades (Castro, Sovero y Simone, 2018), pudiendo mejorar el aislamiento térmico y la densidad del concreto (Balvin, Barrios y Canchari, 2019).

En la región Cajamarca, el cubrir necesidades enlazadas con el confort y a su vez la calidad de vida ha abierto el paso al uso de nuevos materiales, uno de ellos es el concreto simple adicionando poliestireno, que según Rodríguez (2017, p. 23) es un material que tiene propiedades específicas dedicadas a la mejora de la calidad del concreto y de la construcción, pero ¿Con que proporción de materias primas se puede tener este tipo de concreto en la localidad de Chota? ¿Presentará este concreto con adición de poliestireno mejores características técnicas que el concreto convencional? ¿Y de tener buenas características el concreto con adición de poliestireno tendrá un costo asequible para su uso en las construcciones de la ciudad de Chota? esto conlleva a desarrollar esta investigación, que usa materiales presentes en la localidad de Chota como son los agregados naturales (agregado fino y agregado grueso) y la espuma de poliestireno, conocido por el nombre comercial de “Tecnopor”.

En la ciudad de Chota, los agregados locales, presentan características propias, lo que demanda una proporción distinta de agregados que en otras

ciudades de la región Cajamarca para la elaboración de un concreto ligero, tal como, se demuestra en Sanchez (2020) y Bustamante (2018), por ello, la problemática se ha centrado en definir ¿Cuál es la caracterización térmica y acústica del concreto simple ($f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$) elaborado con distintas dosis de poliestireno, chota, 2020?

1.2. Formulación del problema

¿Existirá diferencia significativa entre la caracterización térmica y acústica del concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con distintas dosis de poliestireno en la ciudad de Chota?

1.3. Justificación e importancia

La investigación se ha desarrollado debido a que Benavides y Simbaña (2018) describen las ventajas del concreto simple adicionando poliestireno respecto a su densidad, manejabilidad y bajo peso en comparación al concreto convencional, así mismo mencionan que este se adapta a las condiciones climáticas rigurosas o moderadas, jugando un papel importante como regulador térmico y aislante acústico, pero Carvalho y Motta (2019) muestran la necesidad de plantear la proporción de materiales para el concreto con poliestireno para cada localidad a fin de caracterizar el mismo para verificar si presenta las características necesarias para su uso en las construcciones de la ciudad de Chota. Por tanto, la investigación se ha desarrollado con el fin de determinar si el concreto a base de la incorporación de poliestireno (cuyo nombre comercial es Tecnopor) presenta características térmicas y acústicas más favorables que el concreto convencional, para su uso en muros divisorios, losas macizas y demás albañilería no estructural en un edificio, con el fin de que mitigue la contaminación auditiva y los cambios bruscos de temperatura que experimenta nuestra localidad. Así mismo, la

interacción del concreto simple adicionado poliestireno, es amigable con el medio ambiente, beneficia no solo a la naturaleza por su carácter no contaminante, sino también que se dará un gran paso en el desarrollo industrial de construcciones con mínimo impacto ambiental.

1.4. Delimitación de la investigación

Se ha desarrollado en la ciudad de Chota, en un lapso de un año, con el fin de determinar la caracterización mecánica, térmica y acústica del concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$. Se ha tenido como muestra 84 especímenes de concreto simple elaborado con distintas dosis de poliestireno, AF de la cantera Conchán y AG de la cantera San Juan, así mismo la muestra, también estuvo integrada por tres estructuras a escala, con la dosificación adecuada de este nuevo concreto con diferente espesor de muro para evaluar las propiedades de aislamiento térmico y acústico.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

“Determinar la caracterización térmica y acústica del concreto simple ($f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$) elaborado con distintas dosis de poliestireno, chota, 2020”.

1.5.2. Objetivos específicos

- Diseñar una mezcla de concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ en condiciones tradicionales para tomarla como muestra control y modificarla con distintas dosis de poliestireno en los siguientes porcentajes 5, 10, 15, 20, 25 y 30%, respecto al volumen de los agregados (fino y grueso) con el fin que se evalué sus propiedades de este nuevo concreto en estado fresco.

- Determinar la influencia de la adición de poliestireno al concreto simple en su estado endurecido, con el fin de evaluar las propiedades del concreto en cuanto al peso, y resistencia a compresión
- Determinar la caracterización térmica y acústica, mediante ensayos a 3 estructuras a escala elaboradas con concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con adición de poliestireno.
- Comparar el costo de producción del concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con distintas dosis de poliestireno con respecto al concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ tradicional, para identificar qué tipo de concreto tiene mayores beneficios sociales.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Benavides y Simbaña (2018), realizaron el “Diseño de hormigón de baja densidad y alta resistencia elaborado con poliestireno reciclado” para ello elaboraron concreto con poliestireno reciclado al 10%, 20%, 30%, 50% y 100%, obtuvieron como resultado de los ensayos en agregados finos que el peso específico fue de 2.62g/cm³, la capacidad de absorción de 1.07%, el contenido de humedad de 0.062%, comprobando que la mayor resistencia se da al agregar 10 y 20% de EPS y baja resistencia y densidad al adicionar 30%, 50% y 100%. Concluyeron que la mejor dosificación para diseñar concreto de baja densidad y alta resistencia fue adicionando 10% de EPS obteniendo una resistencia de 38.69 Mpa y una densidad de 2.2 g/cm³, además el precio para 1m³ de hormigón adicionando poliestireno es de \$370,45 dólares.

Esta investigación fue de suma importancia al tener relación con el proyecto de tesis debido a que se empleó poliestireno y se conocieron sus características y los beneficios de su uso además de determinar el costo del hormigón elaborado con distintas dosis de poliestireno.

Carvalho y Motta (2019), en su artículo científico “Estudio de hormigón reciclado de poliestireno expandido”, analizaron el concreto ligero con EPS, para su uso en muros estructurales, para ello prepararon cinco tipos de concretos, el primero para control sin EPS y los otros cuatro con dos porcentajes diferentes de EPS. Realizaron ensayos de compresión, absorción y rendimiento térmico. Concluyendo que, la resistencia disminuye de 23.16 MPa a 15.07 MPa, mientras

que las propiedades térmicas son mejores en los concretos con perlas de poliestireno expandido (aumentando la temperatura de 15 °C a 20 °C, y cuando la temperatura es mayor a 40 °C disminuyendo en 6 °C), además, estimaron que es factible remplazar el EPS en perlas con EPS reciclado, debido a la proximidad de los resultados.

Esta investigación tuvo relación con los valores obtenidos de los parámetros termoacusticos que brinda la utilización de poliestireno en la construcción y los beneficios que trae consigo, lo cual nos permitió comparar con el trabajo realizado y los valores obtenidos.

2.1.2. A nivel nacional

Serrano (2018) en su investigación “Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018” determinó la influencia de la adición de perlas de poliestireno en el concreto, la muestra estuvo constituida por 3 probetas para cada diseño respecto a la densidad de diseño, se obtuvo como resultados del análisis físico del AF en donde el peso unitario suelto, compactado, peso específico, contenido de humedad y absorción fueron 1.585 gr/cm³, 1.716 gr/cm³, 2.59 gr/cm³, 1.21% y 0.97%, respectivamente. Se concluyó que la densidad de concreto ligero adecuada es de 1800 kg/m³ el cual requiere 41.28 kg/m³ de perlas de poliestireno de ¼”, con lo cual se tiene una resistencia de 242 Kg/cm², una densidad de 1843 kg/m³ y una resistencia a la tracción de 26.0 kg/cm² a los 21 días de curado.

Ñaupa (2018) en su investigación “Evaluación de la calidad y costo de bloques de cemento con perlitas de poliestireno como alternativa en muros de albañilería en viviendas multifamiliares de la ciudad de Ayacucho” analizó los bloques de cemento con perlitas de poliestireno para muros de albañilería, obtuvo

como resultado que el mejor diseño de mezcla se da con la proporción 1:5 cemento: arena. Obtuvo una firmeza a compresión con un % de perlitas de poliestireno de 40% de 32.14 kg/cm². El resultado del análisis del costo unitario para 1m² de muro de albañilería fue para el ladrillo artesanal, bloque hueco y bloque con perlitas de poliestireno de s/. 45.76, 26.99 y 36.05, respectivamente. Concluyó que al aumentar las perlitas de poliestireno disminuye la resistencia.

Este proyecto de investigación nos aporta las cantidades adecuadas sobre el uso de poliestireno, cemento y arena con la finalidad de conocer el diseño óptimo, además de brindar información acerca del precio que tendría cada metro cuadrado de muro de albañilería

Heredia y Pérez (2018), en su tesis “Análisis y evaluación del concreto ligero como concreto estructural usando como adición controlada poliestireno expandido modificado (meps) aplicado a una losa unidireccional para fines habitacionales”, los resultados obtenidos sobre las propiedades del poliestireno fueron: contenido de humedad, absorción, densidad y porosidad promedio de 0.44%, 8.54%, 1595.72 kg/m³ y 13.63%, así mismo el precio del diseño de acuerdo al porcentaje de poliestireno, varió de 151.89 hasta 230.64 soles por m³. Concluyeron que la densidad del concreto ligero a base del 20% de poliestireno es inferior a la del concreto normal, disminuye en 21.12% el peso de la losa siendo de relevancia porque disminuye el peso sísmico.

Barba y García (2018), en su investigación “Estudio exploratorio en diseño de mezclas del concreto cemento-arena liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito san juan bautista, Iquitos 2018” diseñaron mezclas de concreto (cemento-arena) liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino, para

ello realizaron ensayos a los agregados naturales y a las perlas de poliestireno. El concreto elaborado fue sometido a ensayos de compresión y peso unitario. Según los resultados, concluyeron que el “Concreto liviano no estructural - CL03”, alcanza una resistencia $f'c$ de 175 kg/cm² y una densidad de 1484.49 kg/m³, por lo tanto, puede ser utilizado en la construcción de muros no estructurales.

Este proyecto de investigación nos permite conocer los valores obtenidos en cuanto a las propiedades del poliestireno y del agregado fino además de mostrar los resultados de resistencia $f'c$ de 175 kg/cm² siendo similar al proyecto realizado.

2.1.3. A nivel regional

Rodríguez (2017), en su tesis “Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca” determinó las propiedades de los bloques NP de concreto liviano a base de poliestireno expandido. El autor de acuerdo a los efectos menciona que la dosificación adecuada para lograr las características deseadas del bloque de concreto, fue la denominada CLP-1600 para la densidad aparente de 1600 kg/m³, con una resistencia a la compresión promedio de 62.75 kg/cm².

La investigación forma parte de un precedente muy importante, teniendo en cuenta que las características climatológicas de la ciudad Cajamarca son muy similares a la de Chota.

A nivel local no se ha encontrado investigación similar, puesto que los sistemas constructivos tradicionales han impedido el desarrollo de nuevas técnicas y el uso de nuevos materiales que logren desarrollar propiedades particulares dentro del concreto.

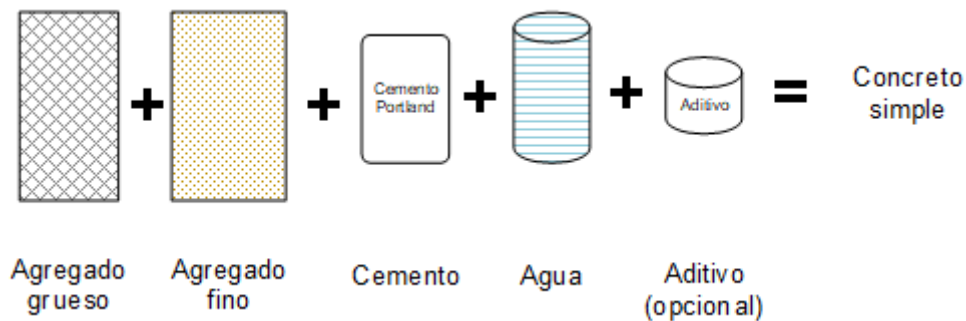
2.2. Marco teórico

2.2.1. Concreto simple:

“El concreto simple es resistente a la compresión, pero débil a tracción, por lo cual se debe armar convenientemente con barras de acero que absorben los esfuerzos de tracción y evitan la formación de grietas en la masa del concreto” (De la Cruz y Quispe, 2014).

Figura 1.

Producción del concreto simple



Nota: (Cruz y Quispe, 2014)

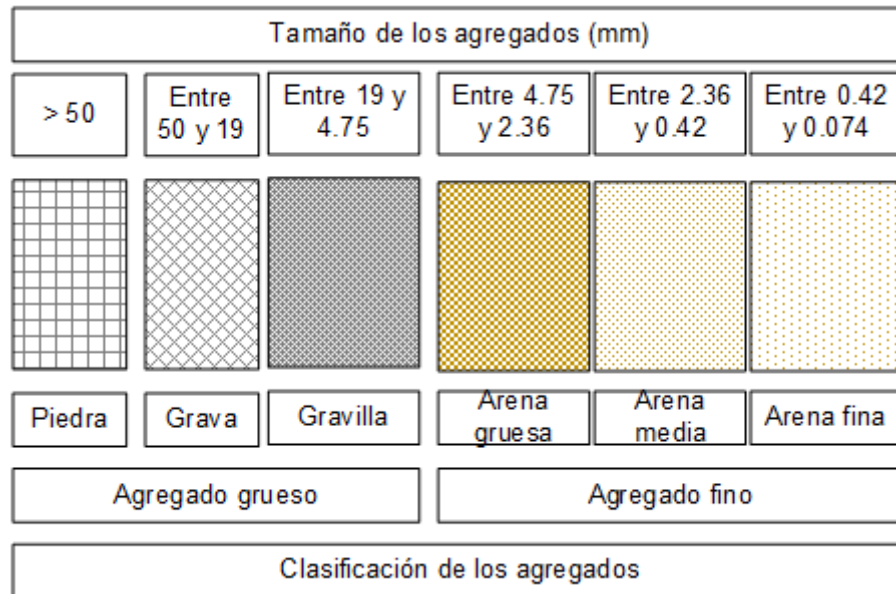
2.2.2. Agregados para concreto

Los agregados son aquellos áridos naturales o artificiales que tienen diferenciación en sus peculiaridades y son considerados un mecanismo dinámico dentro de la mezcla de concreto (Chan, Solís y Moreno, 2003).

Actualmente se usan mezclas diseñadas para cuyas especificaciones existen valores límite respecto a un rango de propiedades que deben cumplirse. Estas son la relación máxima de agua/cemento, el contenido mínimo de cemento, la resistencia mínima, la manejabilidad mínima, el tamaño máximo del agregado y el contenido de aire dentro de los límites especificados (Muciño y Lozada, 2017).

Figura 2.

Clasificación de los agregados según tamaño







Nota: (Abanto, 2014). Elaboración propia.

2.2.3. Poliestireno (EPS)

“Es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno, este material se usa en la edificación, especialmente como aislante térmico y acústico” (Asociación Nacional de Poliestireno Expandido, s.f.).

Figura 3.

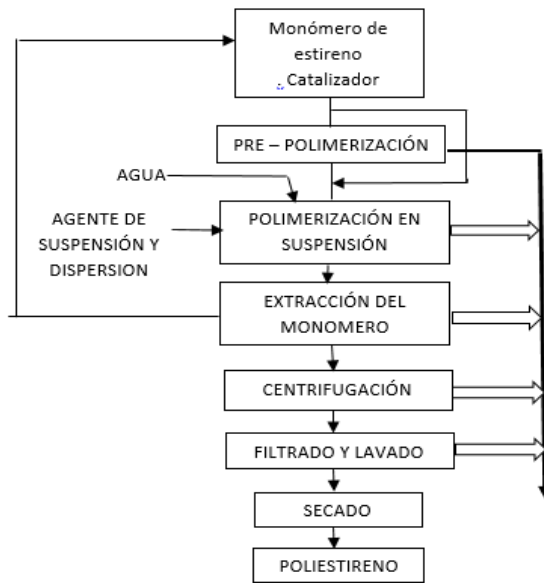
Tipos de poliestireno

			
Poliestireno cristal	Poliestireno de alto impacto	Poliestireno expandido	Poliestireno extrudado
El producto de la polimerización del estireno puro se denomina poliestireno cristal o poliestireno de uso general (GPPS). Es un sólido transparente, duro y frágil. Es vítreo por debajo de 100 °C.	Para mejorar la resistencia mecánica del material, se puede añadir en la polimerización hasta un 14% de caucho. El producto resultante se llama poliestireno de alto impacto (HIPS, High Impact Polystyrene).	Consiste en 95% de poliestireno y 5% de un gas, generalmente pentano que forma burbujas que reducen la densidad del material. Su aplicación principal es como aislante en construcción y para el embalaje de productos frágiles, muy ligero.	A partir de poliestireno cristal fundido se puede obtener, mediante inyección de gas, una espuma rígida denominada poliestireno extrudado (XPS). Sus propiedades son similares a las del EPS, pero puede mojarse sin perder sus propiedades aislantes.

Nota: Adaptado de (Asociación Nacional de Poliestireno Expandido, s.f.).

Figura 4.

Flujograma de la obtención del poliestireno.



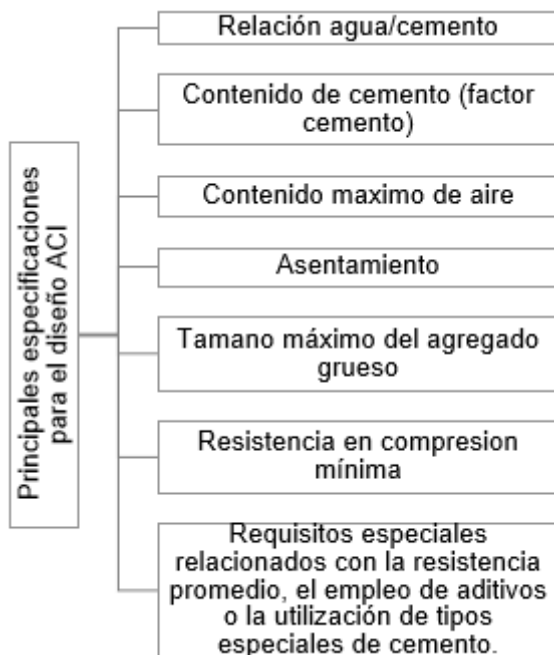
Nota: Dávalos, 2015.

2.2.4. Diseño de mezclas ACI

El método ACI se usa para determinar el volumen de los materiales por metro cúbico (Romero y Hernández, 2014).

Figura 5.

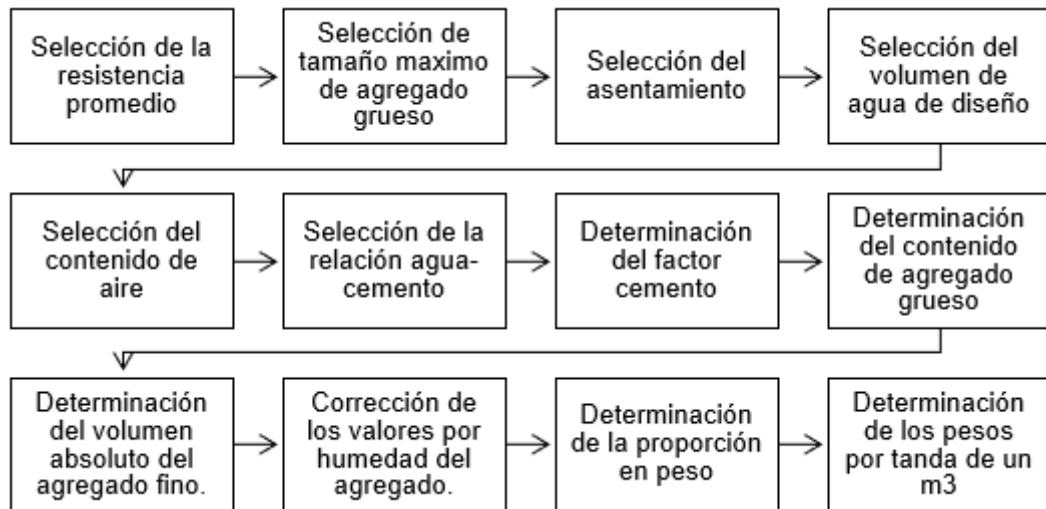
Principales especificaciones para el diseño ACI



Nota: Romero y Hernández, 2014

Figura 6.

Secuencia de diseño



Nota: (Romero y Hernández, 2014)

2.2.5. Ensayos en agregados

a. Contenido de humedad (NTP 339.185)

“Es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas” (MTC, 2016).

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CW} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

- W = es el contenido de humedad, (%)
- Mcws = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
- Mcs = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
- Mc = es el peso del contenedor, en gramos
- Mw = es el peso del agua, en gramos
- Ms = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

b. Peso unitario (NTP 400.017)

Para determinar el peso unitario se llena el recipiente con una pala desde una altura menor a 50 mm hasta rebosar, eliminando el sobrante con una regla, para luego pesar y registrar los pesos (INACAL, 2020).

. Peso unitario en condiciones secas:

$$M = \frac{G - T}{V}$$

$$M = (G - T) * F$$

Donde:

- M= peso unitario del agregado en kg/m³
- G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg
- T = Peso del recipiente de medida en kg
- V = Volumen de la medida en m³
- F = Factor de la medida en m³.

Peso unitario en condiciones saturado con superficie seca (SSS)

$$M_{SSS} = M \left[1 + \left(\frac{A}{100} \right) \right]$$

Dónde:

- MSSS = Peso unitario en la condición saturado superficial seco, en kg/m³
- A = Porcentaje de absorción del agregado determinado de acuerdo con la norma NTP 400.021 o NTP 400.022

c. Granulometría (NTP 400.012)

“Consiste en cuantificar la distribución de tamaños de partículas de los agregados, donde, una muestra de agregado seco, de masa conocida es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor” (INACAL, 2018).

Figura 7.

Curva de distribución granulométrica del agregado fino

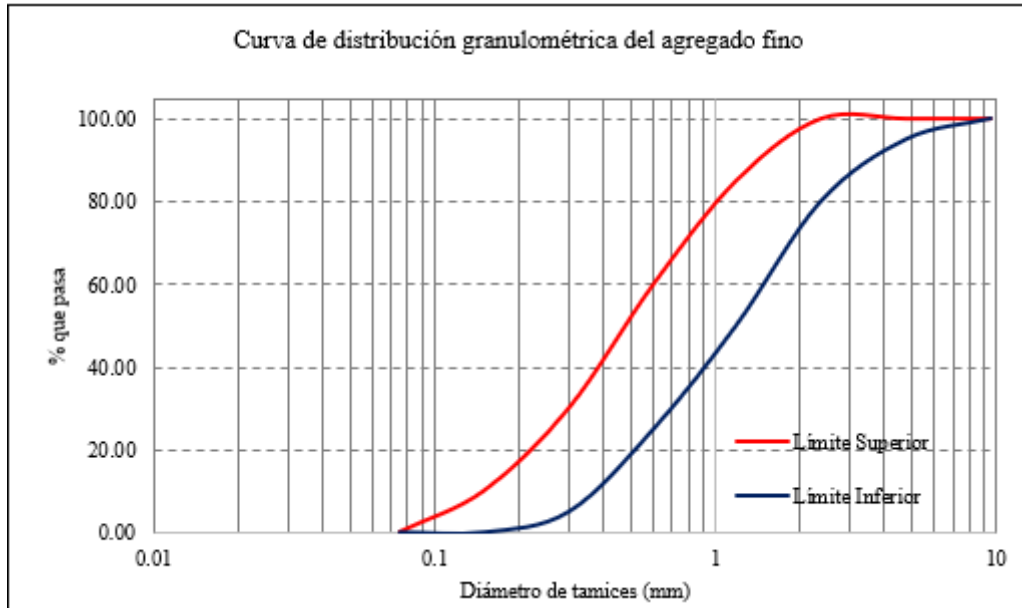
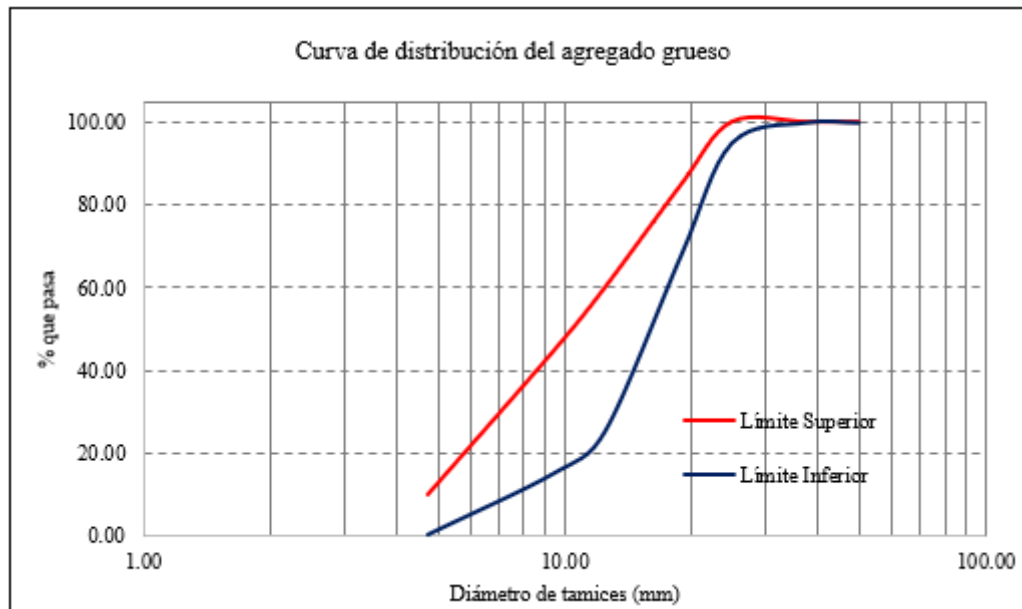


Figura 8.

Curva de distribución granulométrica del agregado grueso



d. Cantidad de material que pasa tamiz #200:

Determinar por lavado el porcentaje de material fino que pasa el tamiz de 75 mm (N°. 200) tales como: arcilla, agregados muy finos y materiales solubles

en el agua del agregado cuya proporción (45% de arena fina y 55% de confitillo) se realizó previamente en el análisis granulométrico.

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100$$

Donde: A, B y C son el % del material fino que pasa el tamiz de 75 µm por lavado, masa original seca, y masa seca después del lavado, respectivamente.

e. Peso específico (densidad) y absorción (NTP 400.022 2013)

Se introduce de inmediato en el frasco una muestra de 500 g del material preparado, se llena de agua hasta alcanzar aproximadamente la marca de 500 cm³ a una temperatura de 23° C ± 2°C, después de una hora se llena con agua hasta los 500 cm³ y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1g, se saca el agregado fino del frasco se seca a peso constante a una temperatura de 11°C ± 5°C, se enfría a temperatura de ambiente en un secador durante ½ hora a 1 ½ hora y se pesa (INACAL 2018).

. Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100$$

Donde: Pem, Wo, V y Va son peso específico de la masa, peso al aire de la muestra secada en el horno en gramos, volumen del frasco en cm³, y peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco, respectivamente.

. Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{500}{V - V_a} \times 100$$

. Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{(W_o)}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \times 100$$

. Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

f. Abrasión:

“Desgaste por desplazamiento de material de la superficie de un sólido debido a partículas duras o protuberancias duras que se deslizan a lo largo de la superficie” (Figueroa y Mesta, 2018).

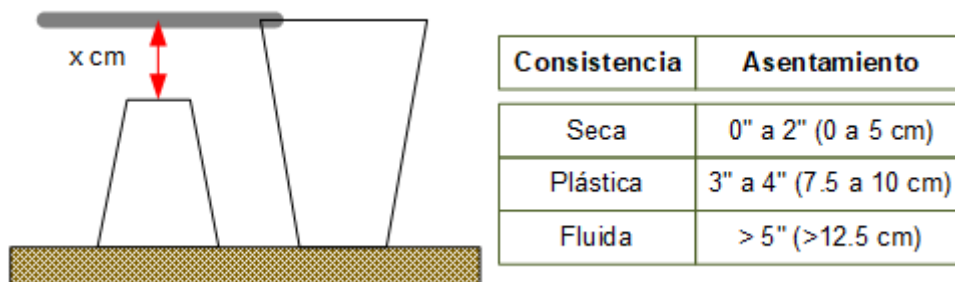
2.2.6. Propiedades en estado fresco del concreto

- Asentamiento del concreto (NTP 339.035)

Este método de ensayo se da para proveer al usuario de un procedimiento para determinar el asentamiento de concreto plástico, este método se aplica para concretos plásticos con agregados hasta 1 ½ pulgadas (37.5 mm), si el agregado es mayor, el método es aplicable cuando el ensayo se realiza con la fracción de concreto que pasa la malla de 1 ½ pulgadas, removiendo los agregados mayores, este método de ensayo no se considera aplicable a concretos no plásticos y no cohesivos (INACAL, 2015).

Figura 9.

Asentamiento del concreto



- **Contenido de aire (NTP 339.081)**

“Establece un método de ensayo para determinar el contenido de aire del hormigón fresco elaborado con agregado ligero, escorias y cualquier otro tipo de agregado poroso” (INACAL, 2018).

$$A = A_R - C + W$$

Donde A, AR, C y W son contenido de aire, lectura final del medidor, factor de corrección en % y número de copas de agua añadidas al medidor, respectivamente.

2.2.7. Propiedades en estado endurecido del concreto

a. Resistencia a la compresión del concreto (NTP 339.034)

“Ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, se aplica a concretos con peso unitario de 800 Kg/m³” (INACAL, 2015).

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{\text{Carga máxima alcanzada}}{\text{Área promedio de la sección}}$$

2.2.8. Concreto ligero

El concreto ligero busca garantizar una óptima resistencia a compresión, asentamiento, tamaño del agregado, curado, durabilidad y otras normas de calidad en la producción del concreto. Es muy importante asegurar que los agregados sean de la mejor calidad posible, ya que se sabe que, con solo variar el origen de estos, pueden alterar o modificar las particularidades de la mezcla y las propiedades del concreto (Carrillo y López, 2015; Dirección de Investigación, 2019).

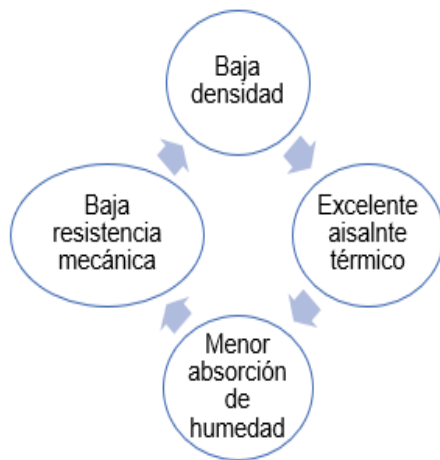
2.2.9. Concreto simple elaborado con distintas dosis de poliestireno.

El uso de perlas de poliestireno en el concreto, no solo permite obtener un concreto más ligero sino también sirve para el acondicionamiento del clima en edificaciones, además de poseer propiedades aptas para la protección contra el ruido (Chuquilin, 2018). Los bloques de poliestireno son hechos de termoplástico

que se utilizan como aislantes en casas y comercios, son fuertes debido a que se pueden rellenar con cemento o se pueden utilizar como aislantes cuando se los utiliza en trabajos de construcción (Sierra, 2014). Las propiedades más resaltantes que brinda el concreto liviano elaborado con perlititas de poliestireno son:

Figura 10.

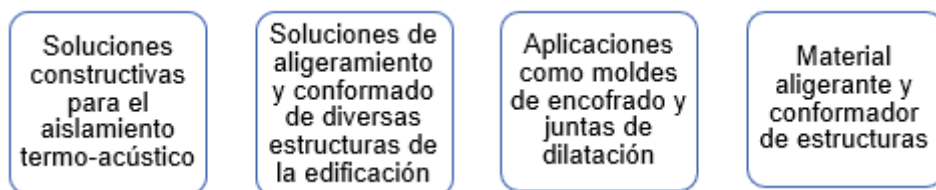
Propiedades más resaltantes que brinda el concreto liviano elaborados con perlititas de poliestireno



Nota: (barba y García, 2018)

Figura 11.

Aplicación del poliestireno



Nota: (López, 2018)

2.2.10. Importancia del aislamiento térmico y acústico en la construcción

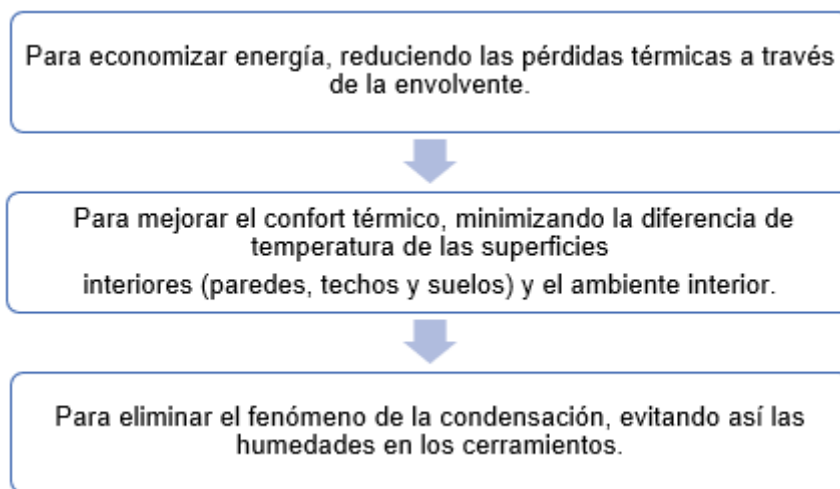
Los materiales aislantes reducen la transferencia de temperatura, por lo tanto, protegen del frío y del calor. El EPS, es un material aislante, que permite que el ambiente tenga una temperatura confortable dentro de los edificios al ser utilizado en la construcción de paredes (Navarro, 2015). La capacidad de

aislamiento térmico de un material está definida por su coeficiente de conductividad térmica λ que en el caso de los productos de EPS varía (al igual que las propiedades mecánicas) con la densidad aparente (Vásquez, 2018).

La importancia del aislamiento térmico se debe a que en la actualidad se habla de sustentabilidad de la eficiencia energética en los edificios. Es decir, un buen aislamiento y unos buenos sistemas permiten reducir el consumo energético, disminuir las emisiones de CO₂ y aportan más confort a los usuarios (Velásquez, 2015). Así mismo, realizar construcciones que garanticen un aislamiento acústico adecuado es primordial para conseguir obras eficientes en cuanto al tema de la habitabilidad (Zumba, 2012).

Figura 12.

Importancia del aislante térmico



Nota: (Fundación Laboral de la Construcción, 2014)

2.3. Definición de términos

Aislante acústico. Se refiere al conjunto de materiales, técnicas y tecnologías desarrolladas para aislar o atenuar el nivel sonoro en un determinado espacio. (Boschi, et al., 2005, p. 2).

Aislante térmico. Es el conjunto de materiales y técnicas de instalación que se aplican en los elementos constructivos que limitan un espacio caliente para

minimizar la transmisión de calor hacia otros elementos o espacios no convenientes. También se aplica a la acción y efecto de aislar térmicamente. (Schmitt, 2009, p. 55)

Concreto simple. Mezcla de cemento Pórtland, agregado fino, agregado grueso y agua. (López, 2009, p. 30)

Concreto ligero. Tiene características propias; por un medio espumoso adicionado a la mezcla se ha hecho más ligero que el concreto convencional de cemento, arena y grava, que por tanto tiempo ha sido el material empleado en las construcciones. (Abanto, 2014)

Poliestireno. Es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno monómero. (Aramayo y Buncuga, 2003, p. 11)

CAPÍTULO III.

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

H0: El concreto simple ($f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$) elaborado con distintas dosis de poliestireno, chota, 2020, presenta mejores características térmicas y acústicas.

3.2. Variables

3.2.1. Variable dependiente

“Concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con distintas dosis de poliestireno”, establece las proporciones de materiales mediante un diseño de mezcla convencional y la variación del volumen de agregados por perlititas de poliestireno expandido, con el fin de elaborar especímenes que puedan ser ensayados a compresión y tracción, para definir una comparación del costo económico con el concreto tradicional o convencional. Por tanto, sus dimensiones son:

- Diseño de mezcla elaborado con distintas dosis de poliestireno.
- Diseño de mezcla convencional
- Concreto con poliestireno
- Concreto simple convencional
- Costos del concreto simple con poliestireno
- Costos del Concreto convencional

3.2.2. Variable independiente

“Poliestireno”, se ha definido como el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los componentes para la elaboración del concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$. Por lo que su única dimensión son las particularidades: Granulometría, peso específico y densidad.

3.3. Operalización de variables

Tabla 1.

Operalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ÍNDICE	
VI Poliestireno	Propiedades físicas-mecánicas	Granulometría	Curva granulométrica	mm	
		Peso específico	Formato de propiedades índice	Kg/m ³	
		Densidad		g/cm ³	
VD Concreto simple f'c= 175 kg/cm ² elaborado con distintas dosis de poliestireno.	Diseño de mezcla elaborado con distintas dosis de poliestireno	Agregado fino	Curva granulométrica	%	
		Agregado grueso	Curva granulométrica	%	
		Agua	Tabla factor agua	M ³	
		Cemento	Certificado de calidad	BLS/Kg	
	Diseño mezcla convencional.	Agregado fino	Curva granulométrica	%	
		Agregado grueso	Curva granulométrica	%	
		Agua	Tabla Factor Agua	M ³	
		Cemento	Certificado de calidad	BLS/Kg	
	Ensayos del concreto con poliestireno.	Ensayo de concreto con poliestireno.	Ensayo de compresión	Curva de resistencia Compresión	Kg f/cm ²
			Ensayo de tracción	Curva de resistencia Tracción.	Kg f/cm ²
		Ensayo del concreto simple convencional.	Ensayo de compresión	Curva de Compresión	Kg f/cm ²
			Ensayo de tracción	Curva de Tracción.	Kg f/cm ²
Costos del concreto simple con poliestireno		Materiales			S/.
		Equipos y/o herramientas		Hoja de calculo	S/.
	Mano de obra			S/.	
Costos del concreto convencional	Materiales			S/.	
	Equipos y/o herramientas		Hoja de calculo	S/.	
	Mano de obra			S/.	

CAPÍTULO IV.

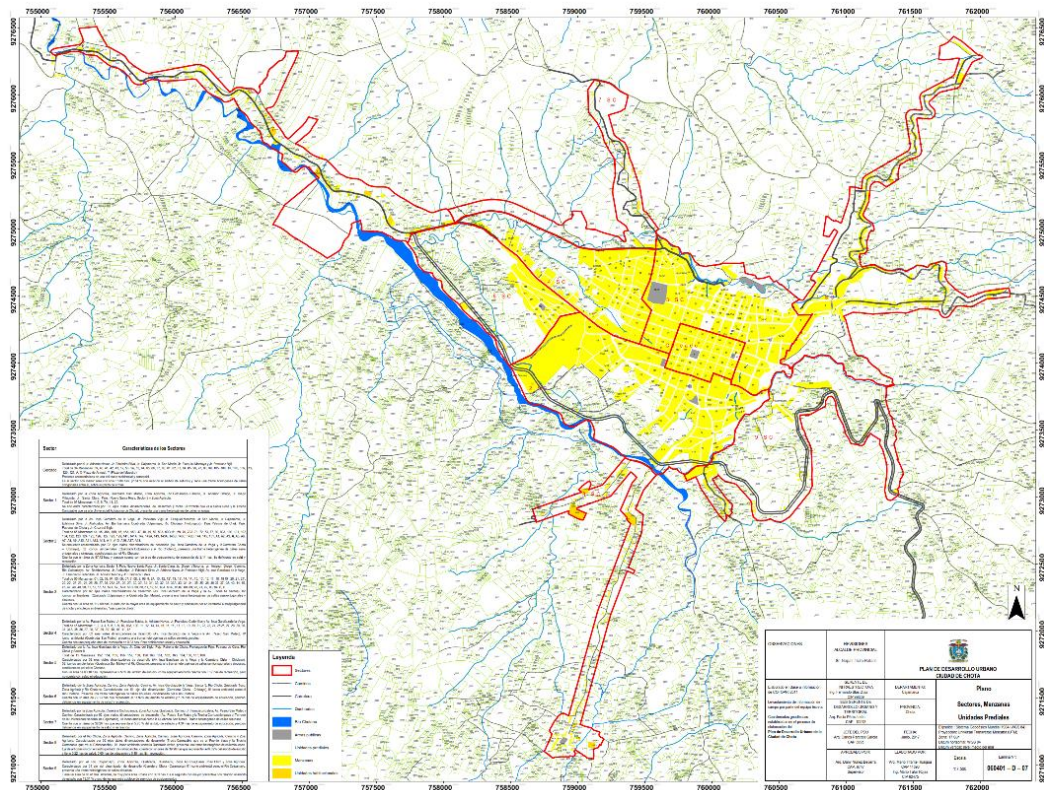
MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica del estudio

La ciudad de Chota geopolíticamente se encuentra ubicada en el distrito de Chota, provincia de Chota, región Cajamarca. Tiene una extensión territorial de 261.75 km², al año 2017 tuvo una población de 21'166 hab., la ciudad geográficamente se ubica en las coordenadas 06°33'31" de latitud sur, 78°38'51" de longitud oeste, a una altura de 2'388 msnm, la ciudad conecta a la ciudad de Chiclayo y Cajamarca, por lo tanto, cumple el papel de centro dinamizador económico, social y cultural. (MPCH, 2018)

Figura 13.

Mapa de la ciudad de Chota



Nota: (MPCH, 2018)

Para la elaboración de concreto en la ciudad de Chota, el agregado fino es traído desde el distrito de Conchán, Chota; mientras, que el agregado grueso es dispuesto de canteras locales, ubicadas dentro de la jurisdicción del distrito de Chota.

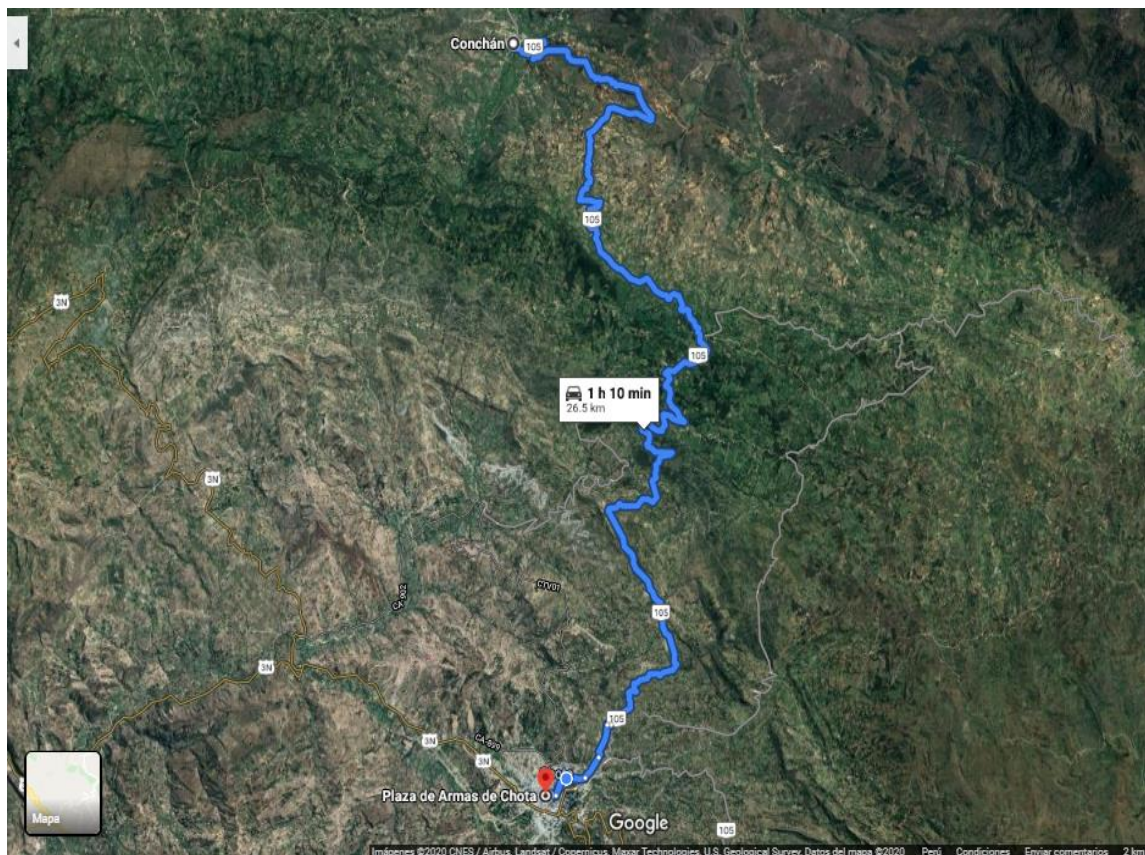
Tabla 2.

Ubicación y acceso a la cantera de agregado fino.

Denominación de cantera					
Cantera Conchán					
Ubicación geográfica					
Zona	Este (m)	Norte (m)	Altitud (msnm)		
17S	760478.20	9287988.57	2280		
Accesos					
Desde	Hasta	Tipo de vía	Distancia	Transporte	Tiempo
Chota	Cantera Conchán	Afirmada	26.50 km	Vehículo motorizado	1h 10min

Figura 14.

Cantera de agregado fino



Nota: Google earth, 2020.

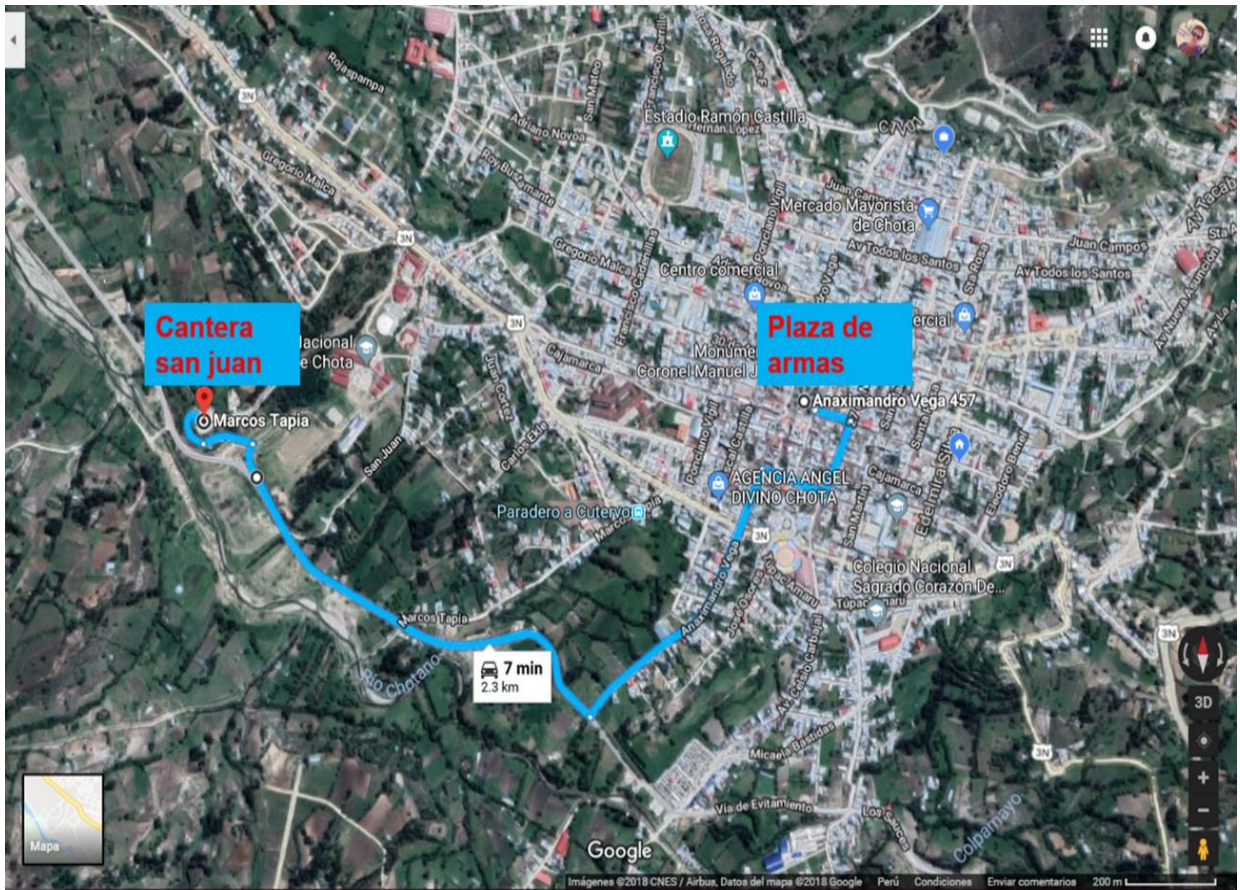
Tabla 3.

Ubicación y acceso a la cantera de agregado grueso

Denominación de cantera					
Cantera San Juan					
Ubicación geográfica					
Zona	Este (m)	Norte (m)	Altitud (msnm)		
17S	758545.00	9274079.00	2300		
Accesos					
Desde	Hasta	Tipo de vía	Distancia	Transporte	Tiempo
Plaza de armas Chota	Cantera San Juan	Pavimentada/ Asfaltada/ afirmada	2.3 km	Vehículo motorizado	7min

Figura 15.

Cantera de agregado grueso



Nota: Google maps, 2020.

4.2. Unidad de análisis, población y muestra

4.2.1. Población

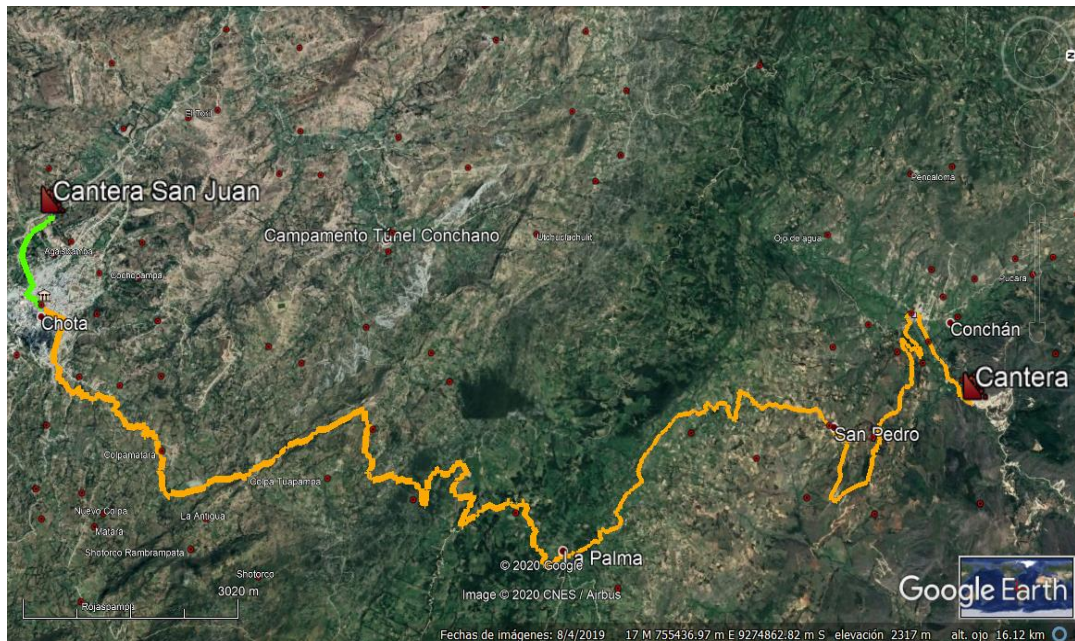
Concreto simple $f'c=175$ kg/cm², con poliestireno, agregado fino de la cantera Conchán y agregado grueso de la cantera San Juan. (Fig. 16)

4.2.2. Muestra

Muestra no probabilística de carácter intencional. Se ha tenido como muestra 84 especímenes de concreto simple elaborado con distintas dosis de poliestireno, agregado fino de la cantera Conchán y agregado grueso de la cantera San Juan, así mismo la muestra, también estuvo integrada por tres estructuras a escala, con la dosificación adecuada de este nuevo concreto con diferente espesor de muro para evaluar las propiedades de aislamiento térmico y acústico.

Figura 16.

Accesos a la cantera Conchán y San Juan, Chota



Nota: Google earth, 2020.

Tabla 4.

Especímenes de concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes porcentajes de poliestireno

Especímenes de concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$	Días de curado				TOTAL
	7 días	14 días	21 días	28 días	
Sin poliestireno	3	3	3	3	12
Con 5% poliestireno	3	3	3	3	12
Con 10% poliestireno	3	3	3	3	12
Con 15% poliestireno	3	3	3	3	12
Con 20% poliestireno	3	3	3	3	12
Con 25% poliestireno	3	3	3	3	12
Con 30% poliestireno	3	3	3	3	12
TOTAL	21	21	21	21	84

Figura 17.

Diseño de la estructura a escala para ensayos de aislamiento térmico y acústico

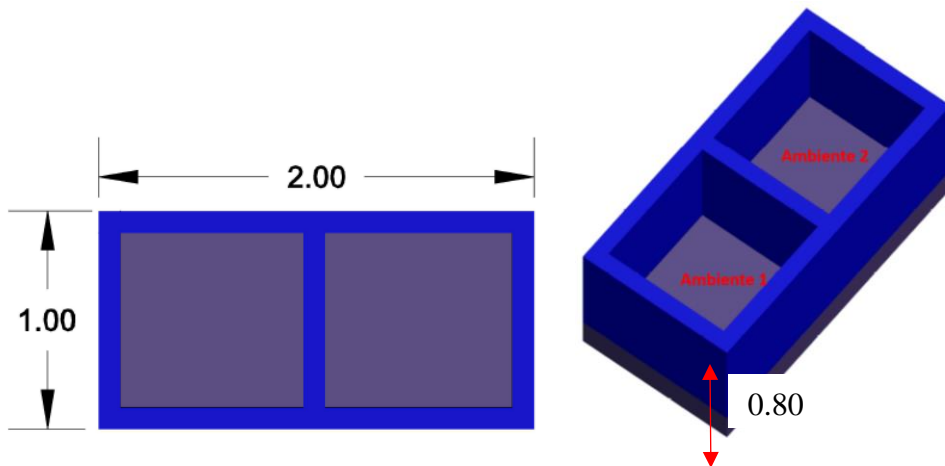


Tabla 5.

Dimensiones de las estructuras a escala para ensayos termoacústicos

Dimensiones de los modelos estructurales a escala	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Espesor del muro (m)
Estructura 1 (sin poliestireno)	2.00	1.00	0.80	0.15
Estructura 2 (con poliestireno)	2.00	1.00	0.80	0.10
Estructura 3 (con poliestireno)	2.00	1.00	0.80	0.15

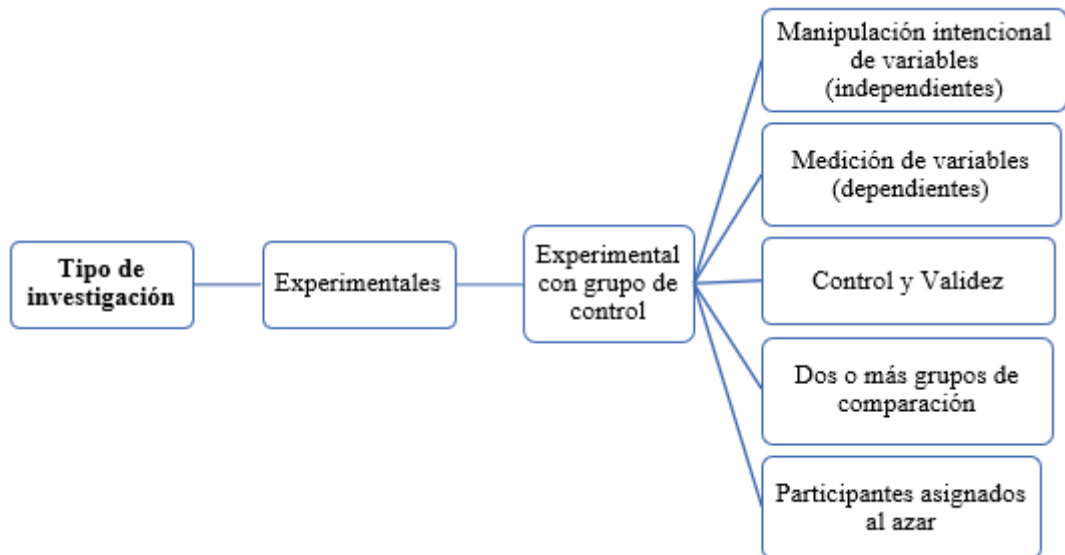
4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación

4.3.1. Tipo de investigación

Enfoque cuantitativo, de tipo experimental con grupo de control, ha seguido un orden establecido, se ha manipulado la variable dependiente (Concreto simple $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$), con la adición de diferentes proporciones 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% de poliestireno (variable independiente) del volumen total de los agregados, para la obtención de resultados cuantificables. (Hernández et al., 2014, p. 127)

Figura 18.

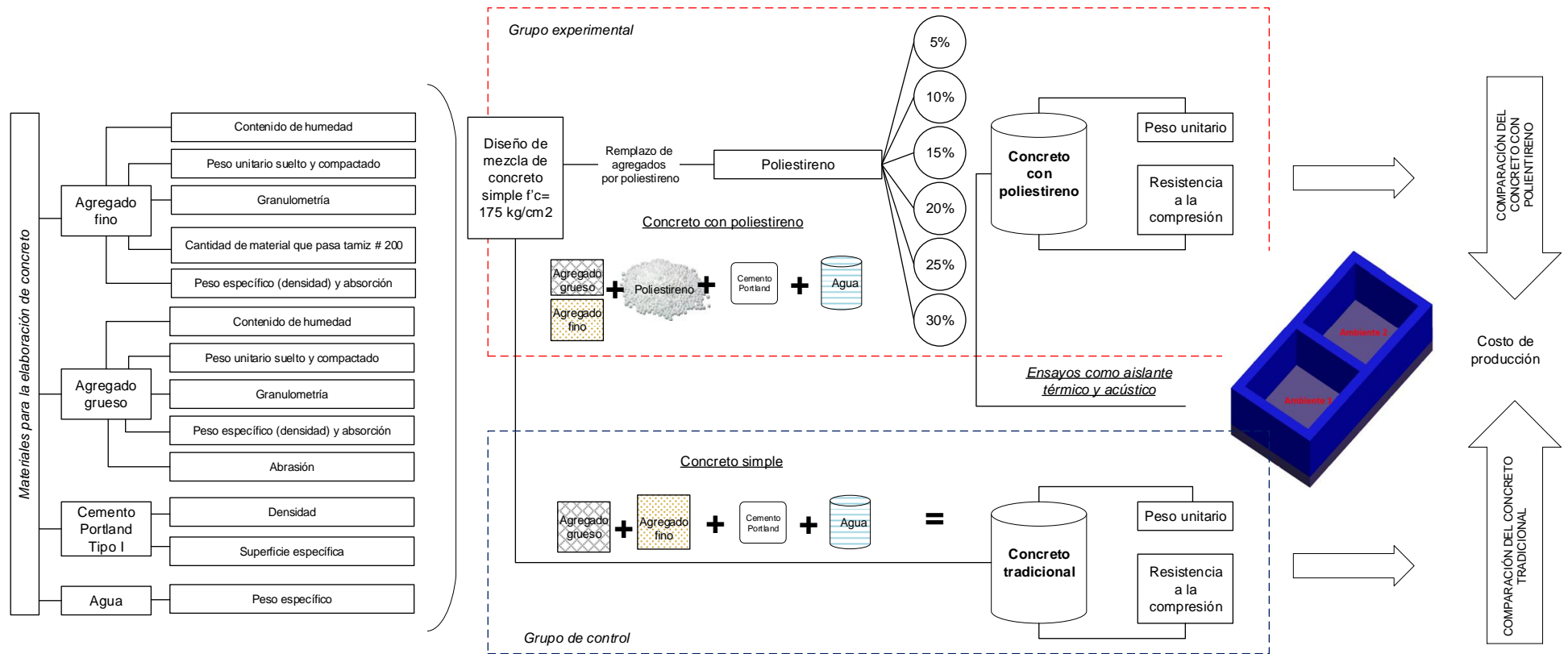
Tipo de investigación



Nota: (Hernández et al., 2014).

4.3.2. Diseño de investigación

Figura 19. Diseño de investigación: Experimental con grupo de control

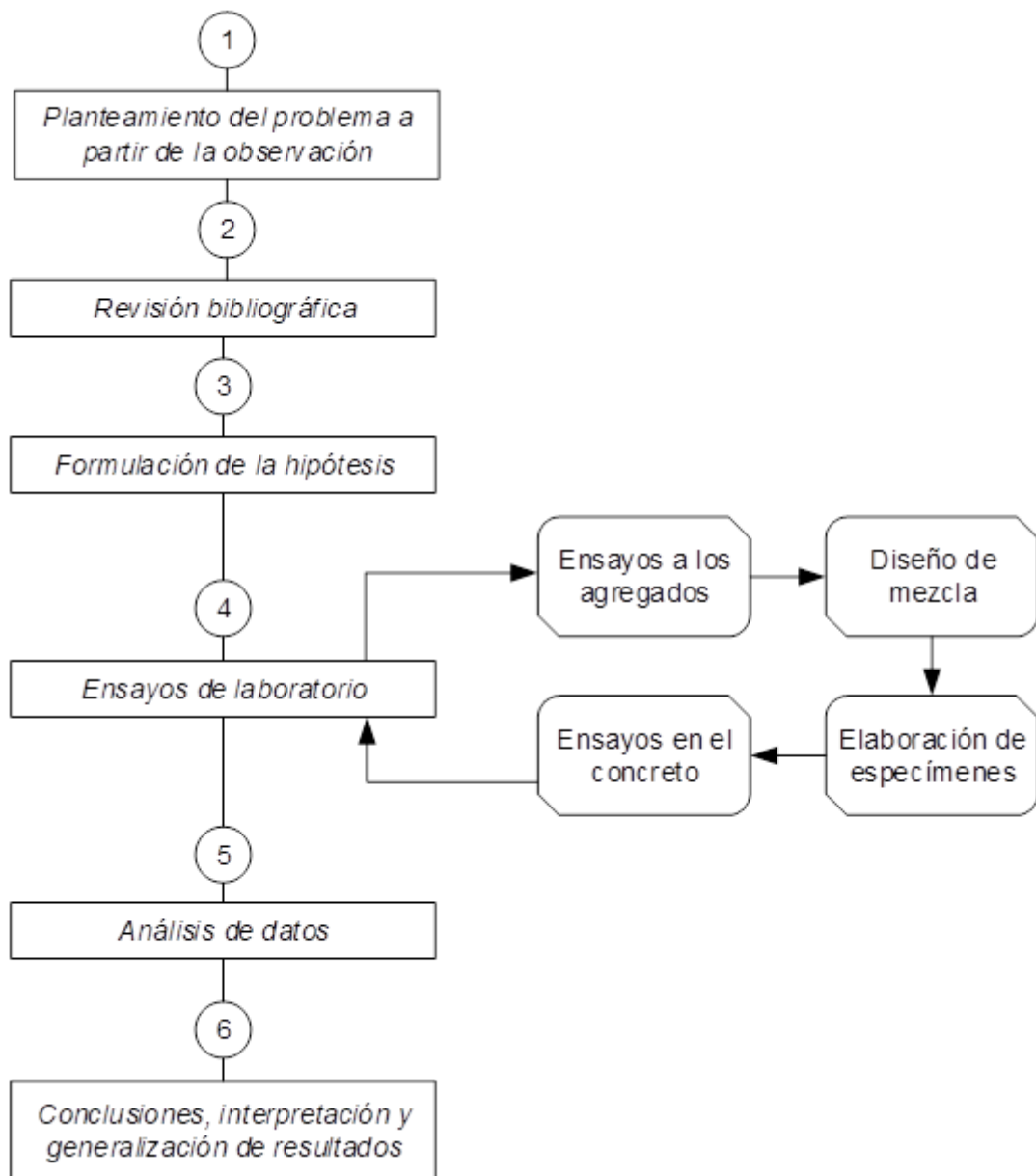


4.3.3. Metodología de la investigación

Metodología de tipo hipotético – deductivo, debido a que “se ha formulado una hipótesis, mediante un razonamiento deductivo, que posteriormente se ha intentado validar empíricamente a través de un proceso de inducción” (Bisquerra, 1989).

Figura 20.

Descripción de la metodología: Hipotético – deductivo



Nota: (Bisquerra, 1989). Elaboración propia.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Técnicas

a. Observación

Base fundamental de toda investigación científica, ha permitido la identificación de la realidad problemática.

b. Recopilación documental

Procedimiento por el cual se han recolectado fuentes primarias de información bibliográfica sobre el tema de estudio, descrito en libros, informes técnicos, artículos científicos, tesis de pregrado y postgrado, así como las normas técnicas peruanas correspondientes.

c. Experimentación

Técnica para la realización de los ensayos de laboratorio y diseño de mezclas mismos que se subdividen en:

c.1. Ensayos a los agregados

Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

- 1000 g de muestra de agregado fino y 11000 g de AG.
- Secar la muestra a temperatura de 110 ± 5 °C.
- Seleccionar una serie de tamices de tamaños adecuados
- Pasar la muestra por los tamices (tamizado)
- Pesar la muestra retenida en cada tamiz

Gravedad específica y absorción de agregados finos

- Introducir en el frasco una muestra de 500 g de material preparado
- Llenar parcialmente con agua
- Agitar el frasco para eliminar burbujas
- Determinar el peso total del frasco

- Remover el agregado fino del frasco, secar y pesar.

Peso específico y absorción de agregados gruesos

- Sumergir el agregado en agua
- Remover la muestra del agua y rodarla sobre un paño absorbente
- Pesar la muestra
- Secar la muestra y pesar

Peso unitario suelto y vacíos de los agregados

- Para el PUS. Se llena con una pala el recipiente de medida, se elimina el agregado sobrante y se pesa.
- Para el PUC. Se llena la 3ra parte del recipiente y se apisona con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente, así sucesivamente hasta llenar el recipiente, luego pesar.

c.2. Diseño de mezclas

Procedimiento basado en la metodología ACI, mediante el cual se ha determinado la proporción de materiales para un concreto $f'_c = 175$ kg/cm².

c.3. Ensayos en los especímenes de concreto

Ensayo de compresión en probetas cilíndricas

- Las muestras se deben mantener húmedas desde la remoción del curado hasta el lugar del ensayo
- Se coloca la muestra en la plataforma de la máquina de ensayo
- Se aplica la carga continuamente sin golpes bruscos
- Se aplica la carga hasta que el indicador señale que ella comienza a decrecer de manera continua y el cilindro muestre un patrón de falla.

Ensayo de peso unitario

- Pesar la muestra

Ensayo de asentamiento

- Se llena la 3ra parte del cono de Abrams, y se compacta con 25 golpes, así sucesivamente hasta llenar el molde.
- Se retira el molde de la muestra
- Se mide la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

c.4. Construcción del modelo a escala

Para la construcción del modelo a escala se siguieron los lineamientos para construcción de elementos estructurales y no estructurales descritos en el “Manual de construcción” del UNACEM (2020, p. 97).

Se preparo la superficie sobre la que se construirán los modelos a escala, cuyas dimensiones interiores son de 2.00 m de largo, por 1.00 m de ancho a 0.80 m de altura, separados en la mitad por un muro divisorio, donde todos los muros externos e internos presentan una variación en el espesor de muro, siendo: El modelo 1 (15 cm) elaborado con concreto convencional, el modelo 2 (10 cm) y el modelo 3 (15 cm) ambos elaborados con concreto adicionando poliestireno expandido.

Definidas las dimensiones de los modelos a escala, se procedió a la realización de los encofrados, para ello se utilizó tablonés de eucalipto, preparados con el aditivo chemalac Extra 1, con el fin de evitar que la madera se pegue a la mezcla de concreto o genere alteraciones en la misma.

Se elaboró la mezcla según la proporción definida en el diseño de mezclas previo, se elaboró una mezcla con cemento Pacasmayo Tipo I, agregados locales y agua potable, y otra mezcla adicionado poliestireno expandido, para realizar este proceso con mayor facilidad se utilizó un trompo mezclador de 2.14 HP 210 litros.

Elaborada la mezcla se colocó en los muros de cada modelo según el tipo de concreto (concreto convencional o concreto con poliestireno) y para garantizar la uniformidad de la mezcla paso por procesos de chuceo, utilizando para ello una manguera vibradora SKU de 38 mm x 6 m.

Concluido el proceso de vaciado de concreto, se dejó secar la mezcla y se mantuvo el encofrado por un lapso de 3 días, luego se desmoldó los modelos a escala, y se realizó el curado con agua potable ayudándose por medio de una manguera. El curado se llevó a cabo por un tiempo de 10 días después de desmoldado, antes de ser ensayado a sonometría y temperatura.

c.5. Ensayos termoacústicos

Ensayo de aislamiento térmico. Se ha elaborado una estructura a escala, diseñada con dos ambientes simulando dos habitaciones reales, en uno de los ambientes (ambiente 1) se ha colocado un equipo que tiene la capacidad de emitir calor o frío según se programe (bomba de calor DZ13SC), el cual nos ha ayudado a condicionar la temperatura en ese ambiente, a su vez se ha colocado un termómetro para comprobar la temperatura en dicho ambiente (La exposición a la temperatura ha sido controlada por un lapso de 10 min, partiendo de una temperatura inicial de 5 °C, para ir incrementando dicha temperatura en 2 °C, hasta llegar a una

temperatura de 37 °C en el ambiente 1); por el contrario en el otro ambiente solo se ha colocado un termómetro ambiental HUALIX 1522, para verificar la variación en la temperatura que se percibe.

Ensayo de aislamiento acústico. En uno de los ambientes de la estructura a escala se ha colocado un equipo emisor de ruido (Parlante inalámbrico Sony SRS XB33) y un sonómetro para medir la intensidad del ruido que este ha generado (El tiempo de exposición al sonido ha sido de 5 min, partiendo de un sonido inicial de 20 Db para ir incrementando 5 Db hasta llegar a un sonido de 130 Db en el ambiente 1), por el contrario en el otro ambiente solo se ha colocado un sonómetro (Sonómetro Extech 407764 Datalogger) para medir la intensidad del ruido que se propaga a través del muro divisorio de la estructura.

4.4.2. Instrumentos

a. Fotografías

Instrumento visual por el cual se puede mostrar al lector lo observado en la contextualización del problema, y en los procesos para la ejecución de la investigación.

b. Fuentes bibliográficas

Las fuentes bibliográficas principales han sido:

- Normas técnicas peruanas
- ACI 213r en español

c. Formatos de ensayos de laboratorio

Los formatos de ensayos de laboratorio necesarios han sido los de ensayos de agregados, ensayos en concreto y ensayos termoacústicos.

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

El procesamiento y análisis de datos, ha sido realizado mediante la aplicación de métodos computacionales, los mismos que abarcan el uso de los softwares Microsoft Excel para determinar las propiedades de los agregados y del concreto, así mismo se utilizó el software S10 para determinar el costo de producción del concreto simple en comparación con el costo del concreto con poliestireno, a fin de poder determinar el concreto con mejores beneficios sociales.

Para el análisis estadístico se han determinado las medidas de tendencia central como la media aritmética: (Estuardo, 2012)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}; n = \text{tamaño de la muestra}$$

También se definieron las medidas de dispersión tales como varianza (S^2) y desviación estándar (S): (Estuardo, 2012)

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}, \text{ donde } x_i \text{ representa los datos de la muestra}$$

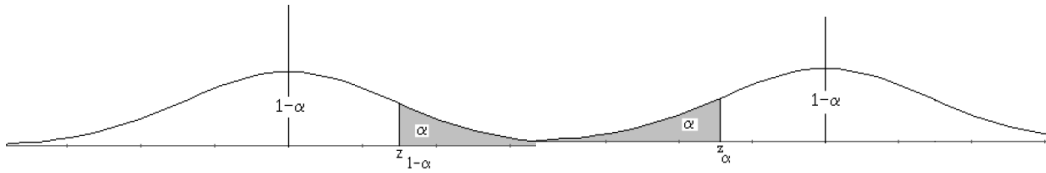
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}, \text{ donde } x_i \text{ representa los datos de la muestra}$$

Así mismo se realizó la prueba de hipótesis, para determinar el p-value, si este es mayor al nivel de significancia se acepta la hipótesis nula y si es menor se rechaza la misma.

Figura 21.

Prueba de hipótesis unilaterales

- a) $H_0 : \theta = \theta_1$ o $H_0 : \theta \leq \theta_1$
 $H_1 : \theta > \theta_1$ $H_1 : \theta > \theta_1$
- b) $H_0 : \theta = \theta_1$ o $H_0 : \theta \geq \theta_1$
 $H_1 : \theta < \theta_1$ $H_1 : \theta < \theta_1$



Nota: (Estuardo, 2012, p. 153)

4.6. Matriz de consistencia metodológica

Anexo N° 1.

CAPÍTULO V.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Características del agregado grueso

El agregado grueso de la cantera San Juan, tiene TMN 1”, y cumple con el huso granulométrico especificado en la NTP 400.012, tal como se observa en la Tabla 5 y Fig. 22.

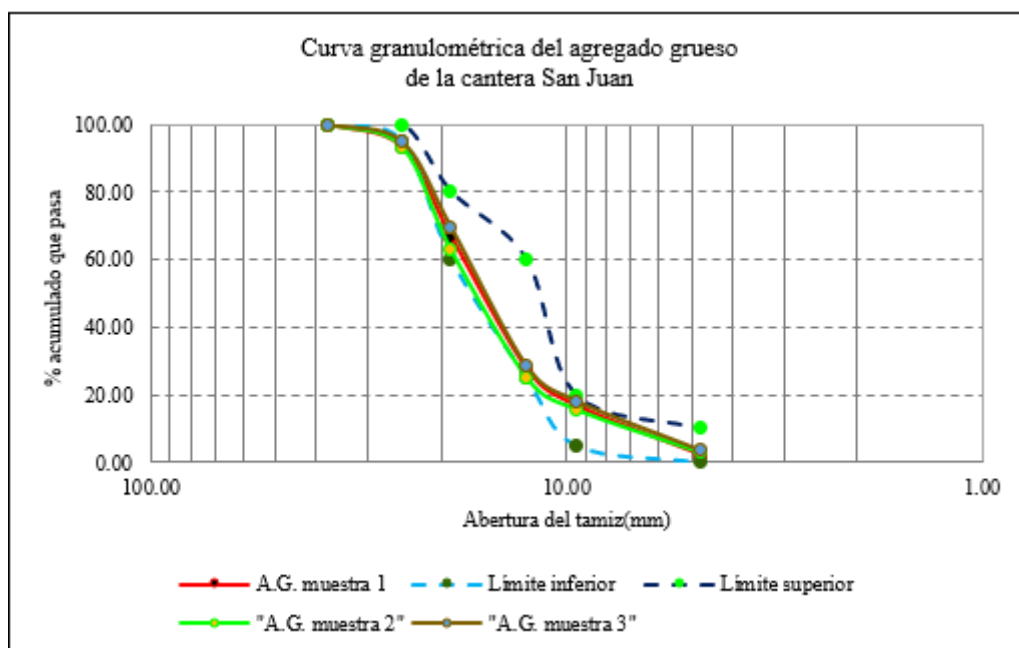
Tabla 6.

Granulometría del agregado grueso, Cantera San Juan

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.012		% Que Pasa Acumulado		
		Límite inferior	Límite Superior	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
1 1/2"	37.50	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.00	95.00	100.00	93.49	93.47	94.94
3/4"	19.00	60.00	80.00	66.74	62.72	69.43
1/2"	12.50	25.00	60.00	27.68	25.06	28.42
3/8"	9.50	5.00	20.00	16.75	15.63	18.14
# 4	4.75	0.00	10.00	2.08	2.86	3.41

Figura 22.

Curva granulométrica del agregado grueso



El contenido de humedad promedio del agregado grueso de la cantera San Juan es 0.223% (Fig. 23), mientras que, la absorción promedio asciende a 0.53% (Fig. 24), ambos valores influyen directamente en la estimación de la cantidad de agua efectiva.

Figura 23.

Contenido de humedad (%) del agregado grueso, cantera San Juan

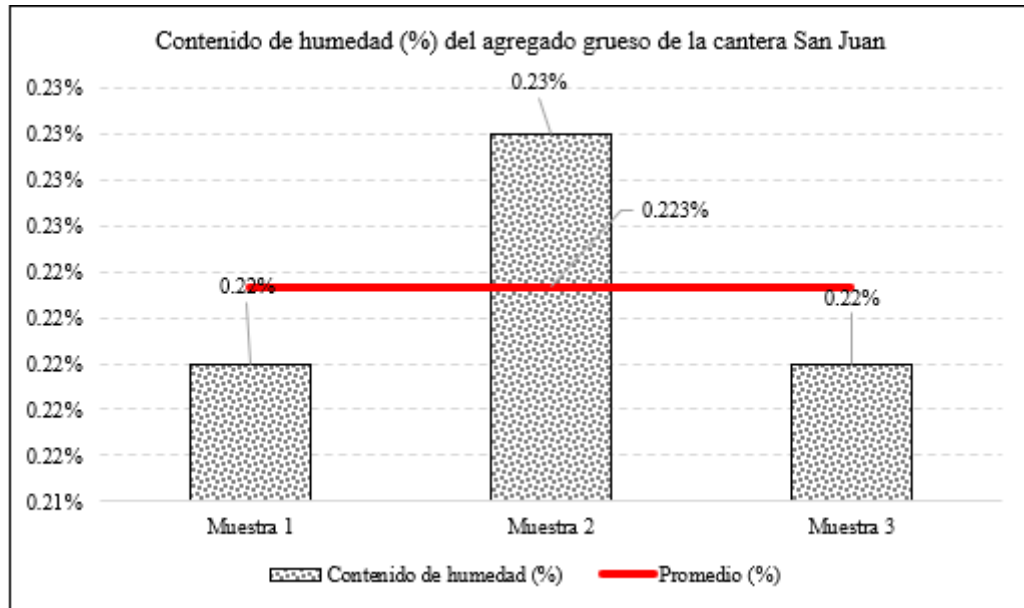
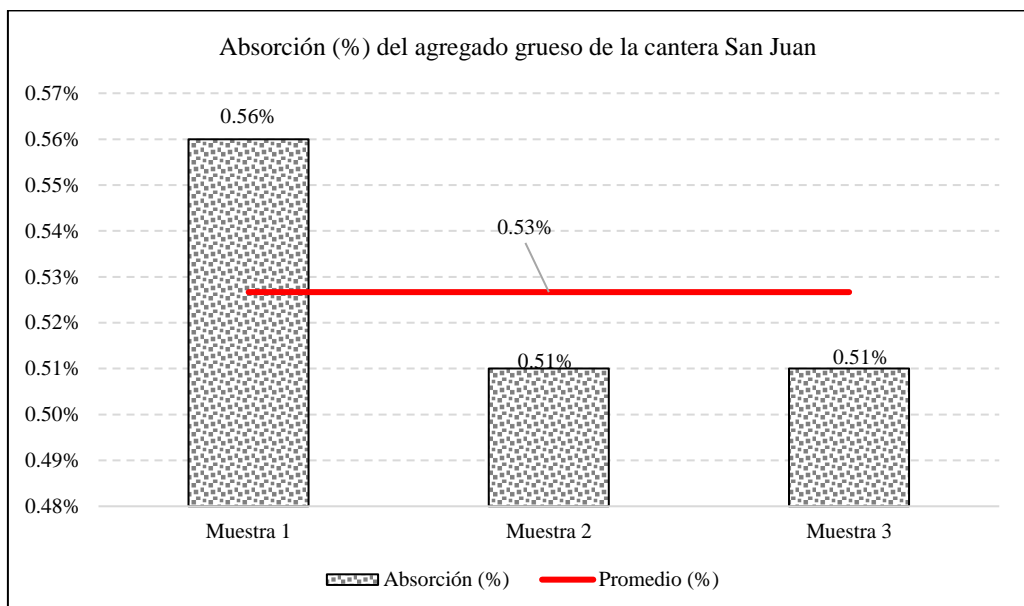


Figura 24.

Absorción del agregado grueso, cantera San Juan



En la Fig. 25, se observa que la cantidad promedio del agregado grueso de la cantera San Juan que pasa el tamiz # 200, cumple con el límite máximo normado (1%), así mismo, la abrasión del agregado grueso promedio asciende a 26.53% (Fig. 26), por tanto, cumple con las especificaciones normativas.

Figura 25.

Cantidad que pasa tamiz # 200 del agregado grueso, cantera San Juan

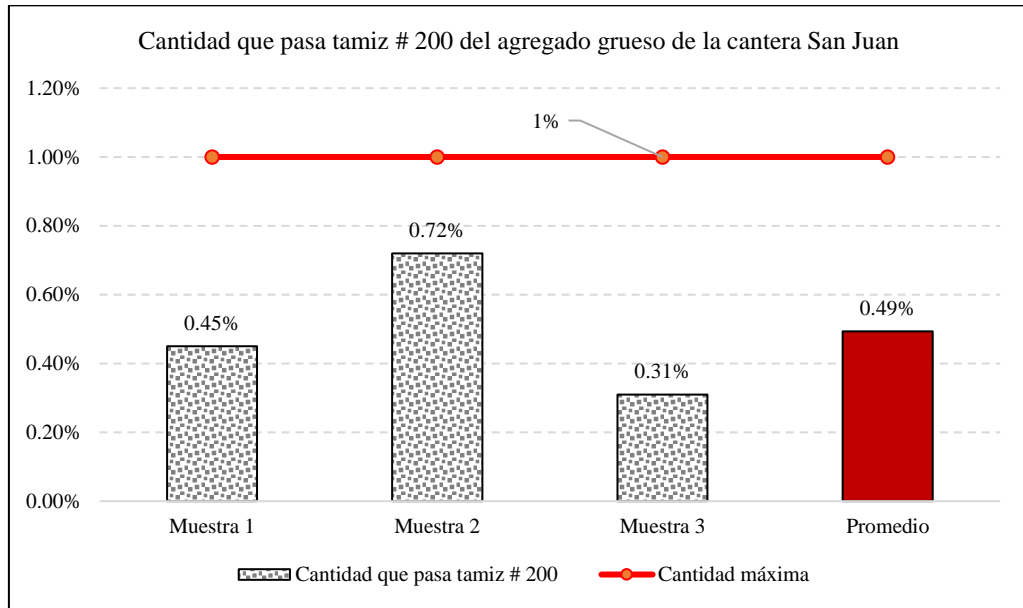
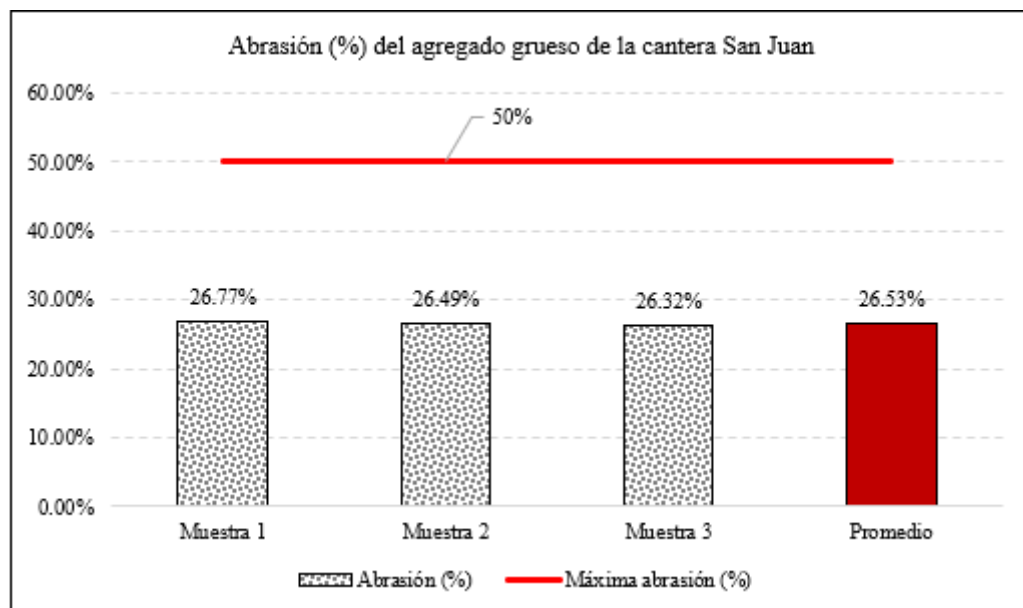


Figura 26.

Abrasión (%) del agregado grueso



El peso específico promedio del agregado grueso de la cantera San Juan asciende a 2.64 gr/cm³ (Fig. 27), el peso unitario suelto promedio (kg/m³) equivale a 1345.33 kg/m³ (Fig. 28) y el peso unitario compactado (kg/m³) promedio es 1480.49 kg/m³ (Figura 29), estos valores permiten estimar la cantidad de material en el diseño de mezcla.

Figura 27.

Peso específico (gr/cm³) del agregado grueso, cantera San Juan

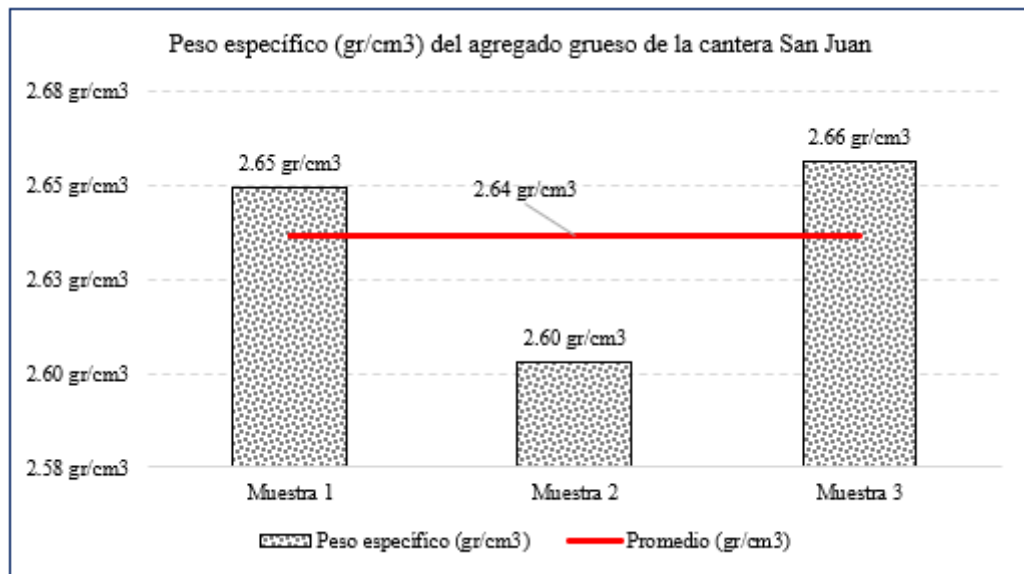


Figura 28.

Peso unitario suelto (kg/m³) del agregado grueso de la cantera San Juan

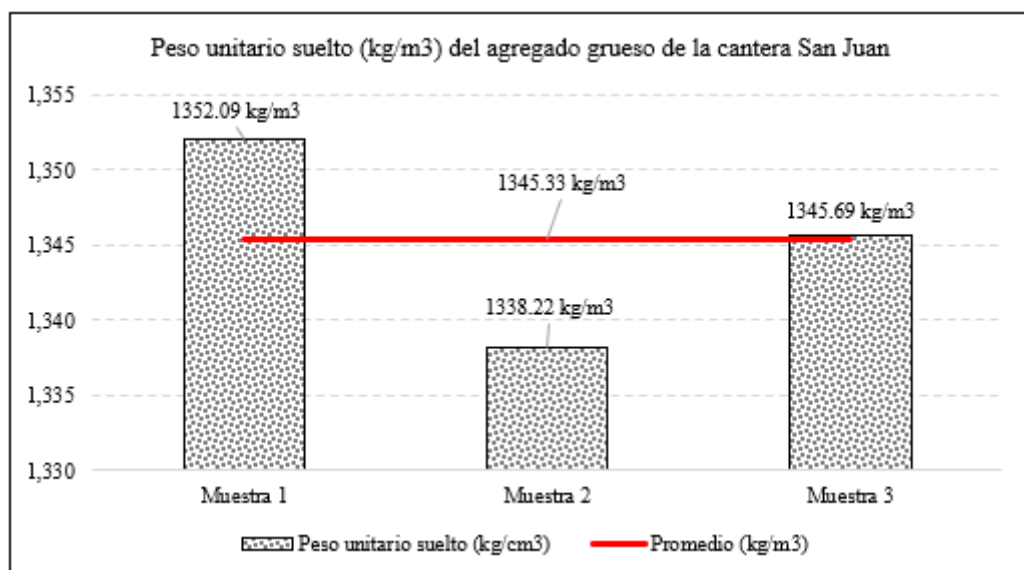
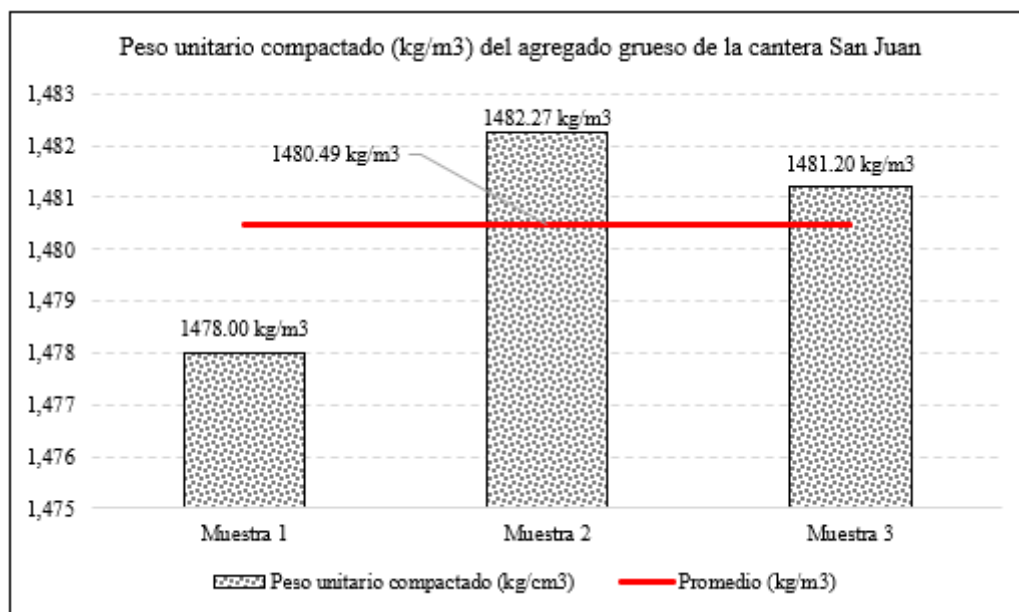


Figura 29.

Peso unitario compactado (kg/m³) del agregado grueso de la cantera San Juan



5.1.2. Características del agregado fino

El agregado fino de la cantera Conchán, en promedio no cumple con el huso granulométrico especificado en la NTP 400.012, tal como se observa en la Tabla 6 y Figura 30, pero estos valores pueden ser controlados mediante zarandeo, considerando que la muestra 2 cumple en totalidad con el huso granulométrico normado. Además, el módulo de fineza promedio está dentro del límite inferior (2.30) y superior (3.1), establecido por la NTP 400.037 (Figura 31).

Tabla 7.

Granulometría del agregado fino, Cantera Conchán

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.012		% Que Pasa Acumulado		
		Límite inferior	Límite Superior	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
3/8"	9.5000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.7500	95.00	100.00	98.29	97.85	99.18
# 8	2.3600	80.00	100.00	95.30	93.51	96.17
# 16	1.1800	50.00	85.00	86.21	83.72	86.84
# 30	0.0006	25.00	60.00	63.60	59.77	63.29
# 50	0.0003	5.00	30.00	22.73	18.99	21.69
# 100	0.00015	0.00	10.00	6.01	4.59	5.56

Figura 30.

Curva granulométrica del agregado fino, cantera Conchán

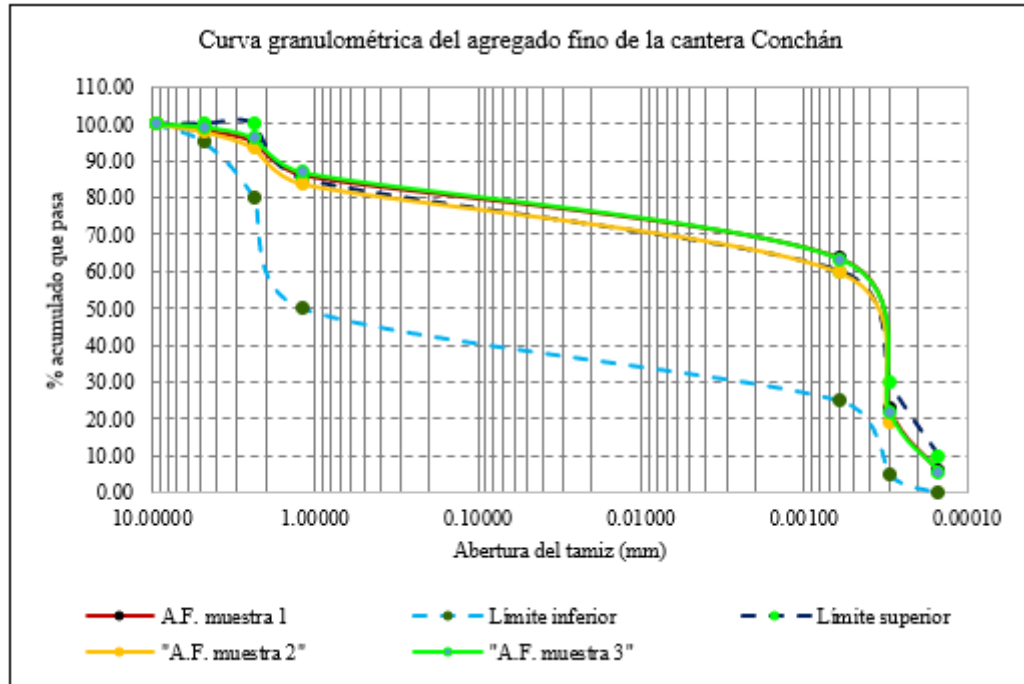
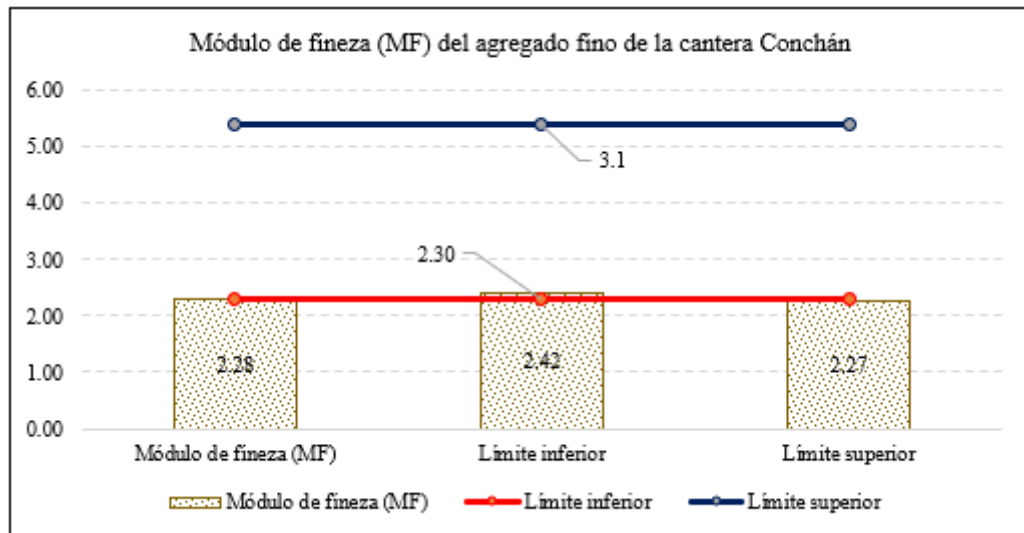


Figura 31.

Módulo de fineza (MF) del agregado fino



El contenido de humedad promedio del agregado fino de la cantera Conchán es 0.33% (Figura 32), y la absorción promedio es 1.40% (Figura 33) estos valores influyen en la estimación del agua efectiva.

Figura 32.

Contenido de humedad del agregado fino de la cantera Conchán

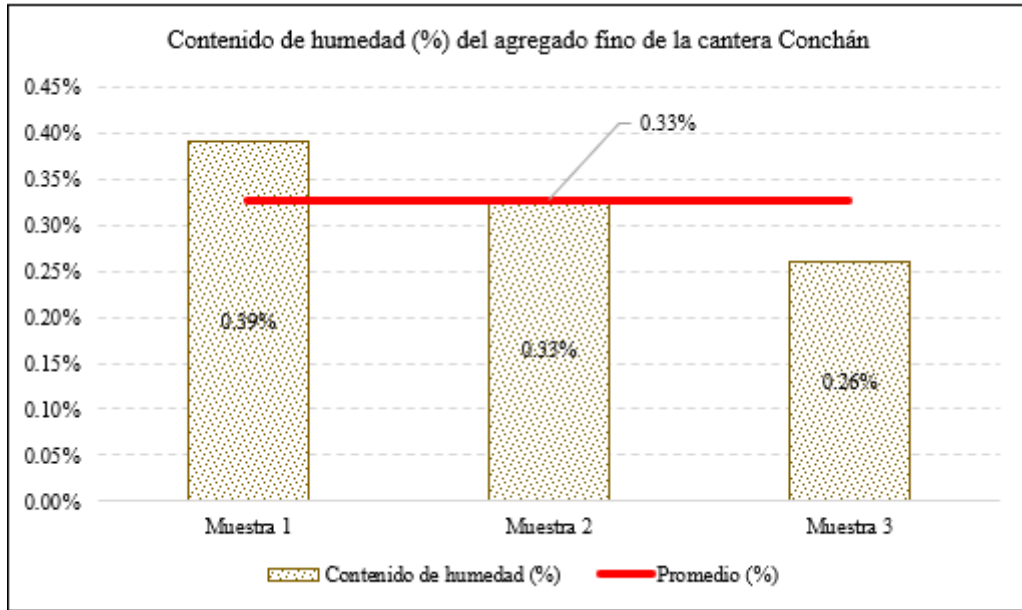
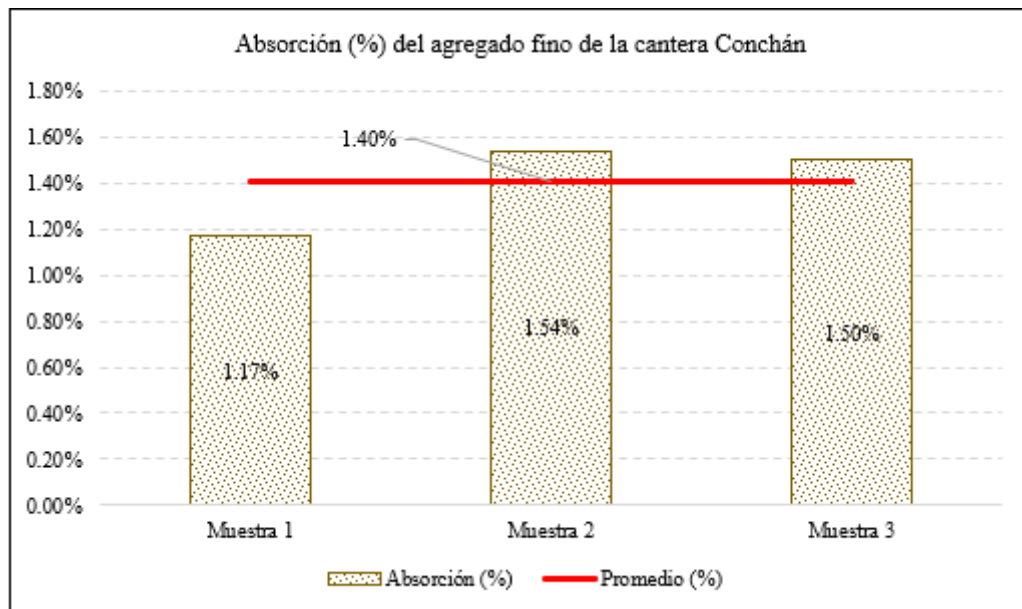


Figura 33.

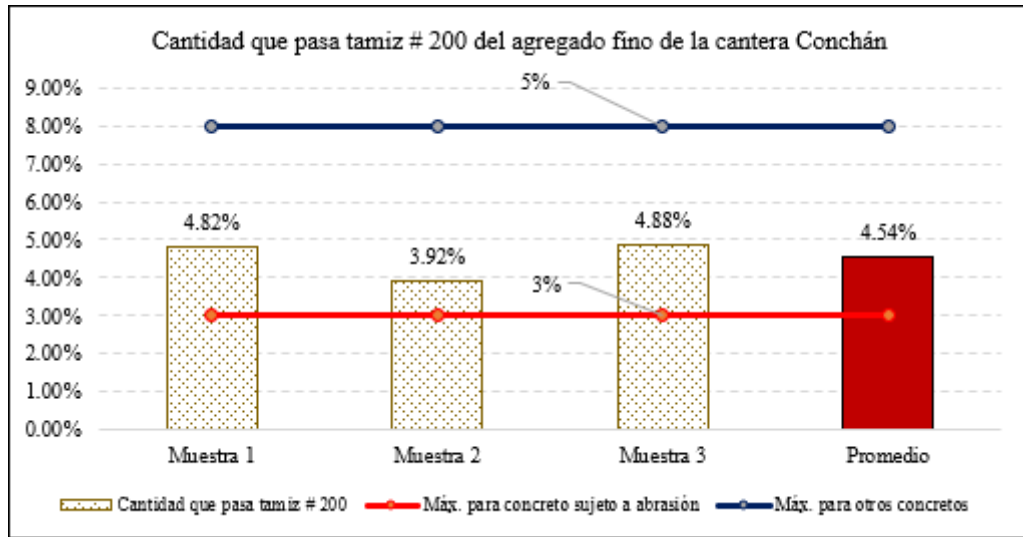
Absorción (%) del agregado fino



La cantidad promedio que pasa el tamiz # 200 del agregado fino de la cantera Conchán, es superior al máximo establecido para concreto sujeto a abrasión, pero se cumple con el rango normado para su uso en otro tipo de concretos (Figura 34).

Figura 34.

Cantidad que pasa tamiz # 200 del agregado fino de la cantera Conchán



La densidad promedio del agregado fino de la cantera Conchán equivale a 2.52 gr/cm³ (Figura 35), el peso unitario suelto promedio asciende a 1472.61 kg/m³ (Figura 36) y el peso unitario compactado promedio es 1575.21 kg/m³ (Figura 37), valores que durante el diseño de mezclas ha permitido la estimación de la cantidad de agregado fino para la elaboración de concreto en m³.

Figura 35.

Peso específico (densidad) en gr/cm³, del agregado fino de la cantera Conchán

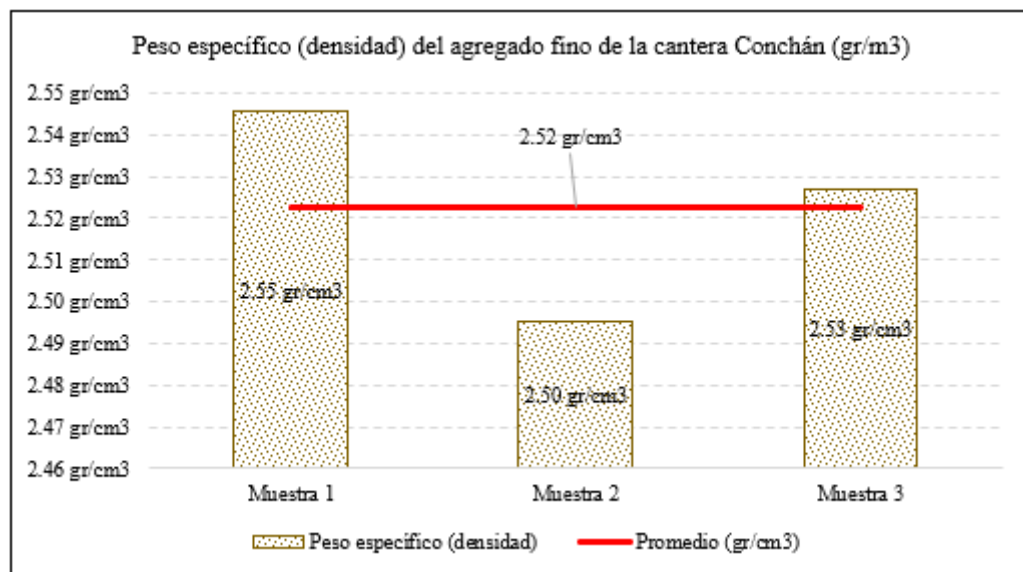


Figura 36.

Peso unitario suelto (kg/m³) del agregado fino de la cantera Conchán

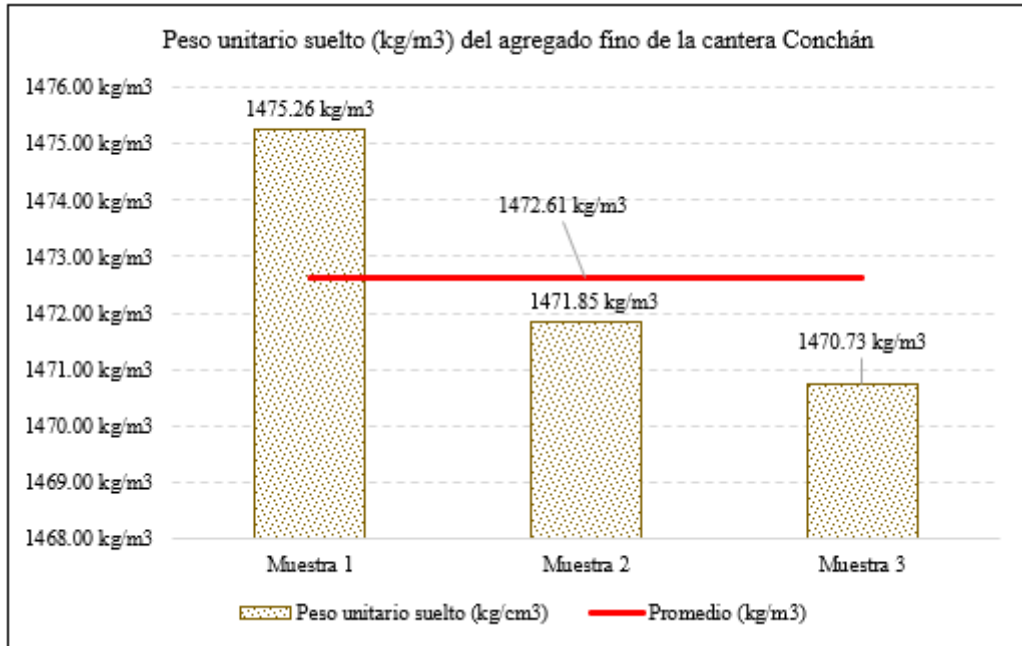
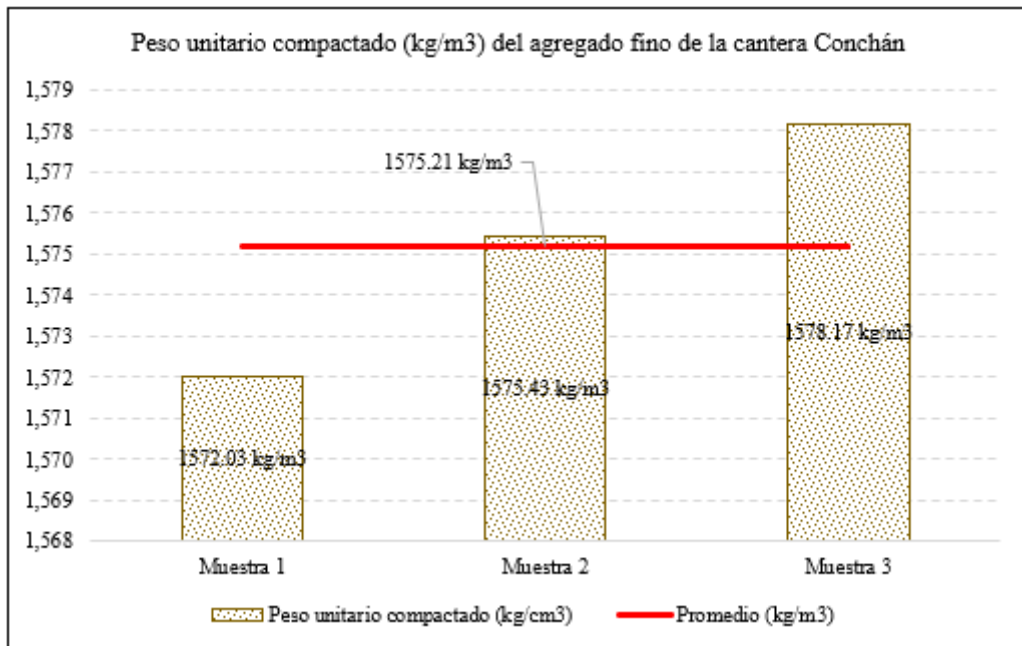


Figura 37.

Peso unitario compactado (kg/m³) del agregado fino de la cantera Conchán



5.1.3. *Diseño de concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$*

Se ha diseñado una mezcla de concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, según los procedimientos del método ACI.

Para realizar el diseño se han elaborado tablas resumen de las principales características de los componentes del concreto: Agregado grueso, agregado fino, poliestireno, cemento y agua.

Tabla 8.

Características del agregado grueso

Descripción	Resultados
Peso Unitario Suelto	1345.33 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1480.49 kg/m ³
Peso específico	2649.53 kg/m ³
Tamaño Máximo Nominal	1"
Porcentaje de Absorción	0.51%
Porcentaje de Humedad	0.23%
Abrasión	26.53%

Tabla 9.

Características del agregado fino

Descripción	Resultado
Peso Unitario Suelto	1472.61 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1575.21 kg/m ³
Peso específico	2495.14 kg/m ³
Módulo de Fineza	2.28
Porcentaje de Absorción	1.54%
Porcentaje de Humedad	0.33%

Tabla 10.

Características de las perlas de poliestireno

Descripción	Resultado
Nombre comercial	Perla ETSAPOL
Forma	Esférica
Color	Blanco
Granulometría	3 a 7 mm
Presentación	Bolsa de 10 kg
Densidad aparente	10 kg/m ³ (+/- 10%)
Conductividad térmica A+10°C	43 w/m-k
Auto-extingible	Tipo F

Tabla 11.

Características del cemento Portland Tipo I

Descripción	Resultado
Tipo	I
Denominación comercial	Pacasmayo
Presentación	Bolsa de 42.50 kg
Contenido de Aire	7.00 %
Superficie Específica	3740 m ² /kg
Densidad	3080 kg/m ³
Resistencia a la Compresión	441 kg/m ³




Tabla 12.

Características del agua

Descripción	Resultado
Peso específico	998.7662 kg/m ³
Tipo	Agua potable
Fuente	Universidad Nacional Autónoma de Chota

(1) Cálculo de la resistencia promedio requerida (F'cr). Cuando no se tiene registros de resistencia correspondientes a obras anteriores para determinar F'cr, se utilizan fórmulas de correlación, con la resistencia promedio a compresión (F'c), valor que para el estudio asciende a 175 kg/cm².

$$F'cr = F'c + 70$$

$$F'cr = 175 + 70 = 245 \text{ kg/cm}^2$$

(2) Contenido de aire. Para determinar el contenido de aire atrapado en un concreto sin aire incorporado, se relaciona el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso con el porcentaje de aire atrapado.

$$TMN \text{ AG} = 1''$$

$$\text{Contenido de aire} = 1.50\%$$

Tabla 13.

Porcentaje de aire atrapado

	Concreto sin aire incorporado							
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
TMN A°G° (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20

Nota: ACI 211 (2002).

- (3) **Contenido de agua.** Para definir el contenido de agua para un concreto sin aire incorporado, se relaciona el TMN del agregado grueso con asentamiento (slump) de la mezcla de concreto con la cantidad de agua necesaria en lts/m³.

$$Slump = 1 - 4''$$

$$Contenido\ de\ agua = 193.00\ lts/m^3$$

Tabla 14.

Cantidad aproximada de agua para amasado

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---

Nota: ACI 211 (2002).

De la tabla de las PROPIEDADES EN ESTADO NO ENDURECIDO (ver Anexo N° 5. Resultados de ensayos en el concreto), se observa que a mayor porcentaje de poliestireno es necesario añadir cierta cantidad de agua para obtener un valor de slump permitido dentro de los parámetros que indica el ACI para una mezcla plástica; y así de esta manera se obtenga una mezcla trabajable.

- (4) **Relación agua/cemento.** El cálculo de la relación A/C para un concreto sin aire incorporado se realiza por interpolación con la resistencia promedio requerida. $x = 0.628 A/C$

Tabla 15.

Relación agua cemento vs resistencia del concreto

F'c a 28 días (kg/cm ²)	Relación Agua/Cemento en peso Sin Aire Incorporado
250	0.62
245	X= 0.628 A/C
200	0.70

Nota: ACI 211 (2002).

(5) **Contenido de cemento.** La estimación del factor C, se ha determinado por medio de la correspondencia entre la cantidad de agua y la relación A/C.

$$cemento = \frac{193}{0.628} = 307.32 \text{ kg}$$

$$Factor C = 7.23 \text{ bls}$$

(6) **Peso del agregado grueso.** El cálculo del peso del AG, se realiza mediante la multiplicación del peso unitario suelto compactado, con el volumen de agregado grueso compactado (Factor de relación entre el módulo de fineza de la arena y el TMN del agregado grueso).

Tabla 16.

Volumen de agregado grueso compactado

TMN del AG	Módulo de Fineza de la Arena				
	2.40	2.60	2.28	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.512	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.602	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.672	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.722	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.772	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.792	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.822	0.77	0.75

Nota: ACI 211 (2002).

$$Peso AG = 1480.49 \times 0.722$$

$$Peso AG = 1069.12 \text{ kg}$$

(7) **Volumen absoluto.** Para estimar los volúmenes absolutos de componentes en la pasta, se dividen los pesos calculados entre sus respectivos pesos específicos.

$$Cemento = \frac{307.32}{3080} = 0.100 \text{ m}^3$$

$$Agua = \frac{193}{998.77} = 0.19324 \text{ m}^3$$

$$Aire = \frac{1.50}{100} = 0.015 \text{ m}^3$$

$$AG = \frac{1069.12}{2649.53} = 0.404 \text{ m}^3$$

$$Total = 0.1 + 0.19324 + 0.015 + 0.404 = 0.712 \text{ m}^3$$

$$AF = 1.00 - 0.712 = 0.288 \text{ m}^3$$

(8) Peso del agregado fino. Para el cálculo se ha multiplicado la cantidad de AF en m³ por su peso específico. Obteniendo como resultado:

$$Peso AF = 719.77 \text{ kg}$$

(9) Presentación del diseño en estado seco. Los pesos de materiales para un diseño $f'c = 175 \text{ kg/m}^2$ en estado seco, antes de las correcciones por humedad:

$$Cemento = 307.32 \text{ kg}$$

$$AF = 719.77 \text{ kg}$$

$$AG = 1069.12 \text{ kg}$$

$$Agua = 193.00 \text{ kg}$$

(10) Corrección por humedad de los agregados. Se incrementa el peso de los agregados por la humedad natural de los mismos, según la fórmula:

$$Peso \text{ corregido} = Peso \text{ agregado} \times (1 + \%humedad)$$

$$AF = 722.13 \text{ kg}$$

$$AG = 1071.53 \text{ kg}$$

(11) Aporte de agua a la mezcla. Se determina al multiplicar la resta de la absorción menos la humedad por el peso del agregado corregido por humedad.

$$AF = \frac{(0.33\% - 1.54\%) \times 722.13}{100} = -8.78 \text{ lts}$$

$$AG = \frac{(0.23\% - 0.51\%) \times 1071.53}{100} = -3.01 \text{ lts}$$

$$Aporte \text{ de agua} = -8.78 - 3.01 = -11.79 \text{ lts}$$

(12) Agua efectiva. Se resta la cantidad de agua estimada inicialmente con el aporte de agua. Obteniendo como resultado:

$$\text{Agua efectiva} = 193 - (-11.79) = 204.79 \text{ lts}$$

(13) Proporcionamiento del diseño. Las cantidades en peso de los materiales húmedos para 1 m³, son los valores que serán utilizados para la elaboración de concreto f'c= 175 kg/cm².

Tabla 17.

Cantidad de materiales (kg) en seco y en húmedo

Material	Por peso (m ³)	
	Seco	Húmedo
Cemento (kg)	307.32	307.32
Agregado grueso (kg)	1069.12	1071.53
Agregado fino (kg)	719.77	722.13
Agua (lts)	193.00	204.79

La cantidad de materiales necesarios en kg para la elaboración de 1 m³ de concreto f'c= 175 kg/cm², asciende a 307.32 kg de cemento, 1071.53 kg de agregado grueso de la cantera San Juan, 722.13 kg de agregado fino de la cantera Conchán y 204.79 lts de agua potable. Estos mismos valores, expresados en proporción se muestran en la Figura 38, mientras que en la Figura 39, se muestra las proporciones con adición de poliestireno.

Figura 38.

Diseño de mezcla base para concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

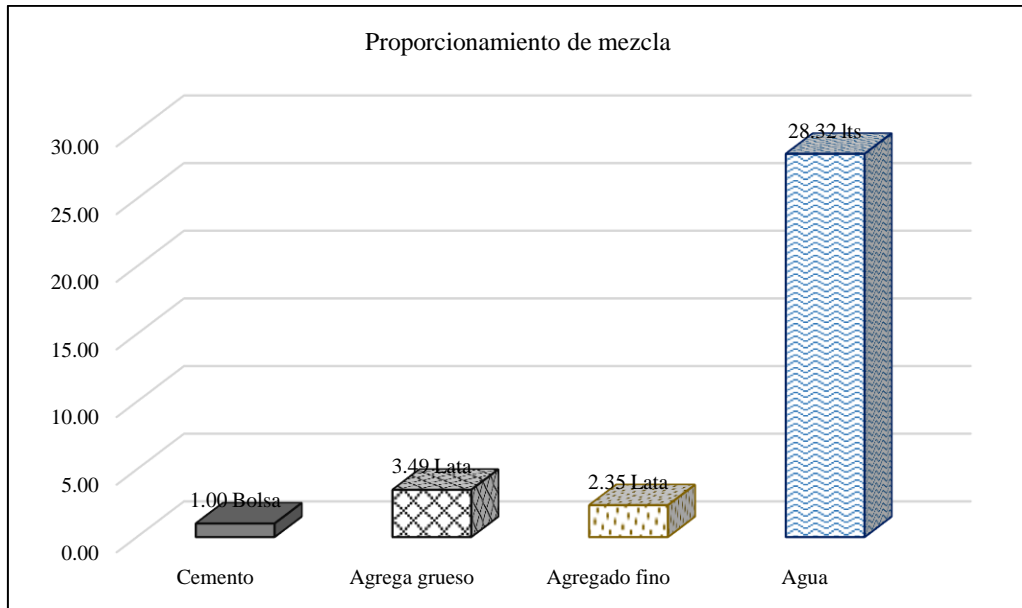
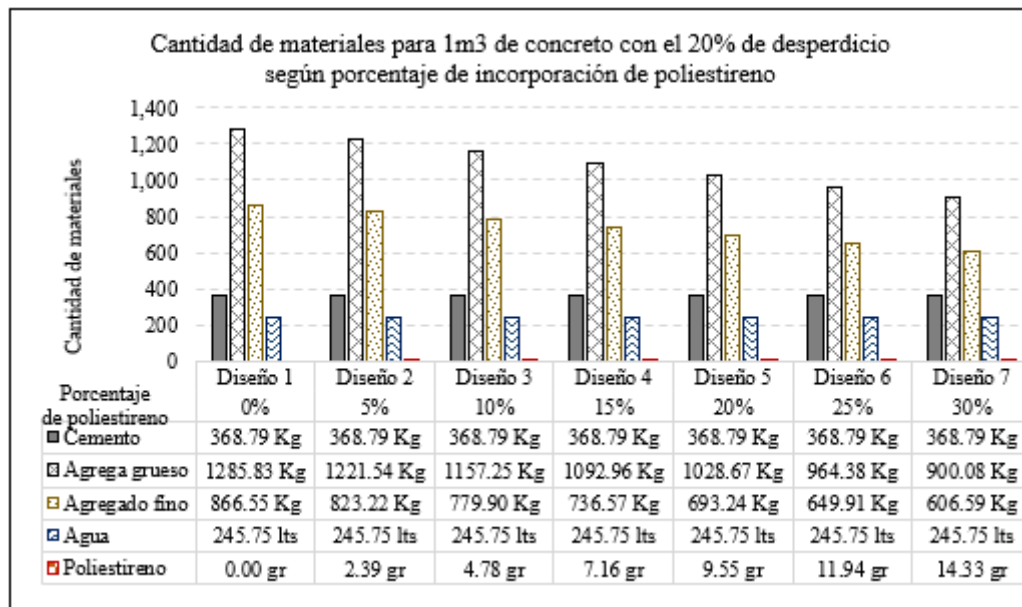


Figura 39.

Cantidad de materiales para 1 m³ de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con el 20% de desperdicio según porcentaje de incorporación de poliestireno



5.1.4. *Peso de los especímenes de concreto elaborados con adición de poliestireno*

Se han pesado especímenes de concreto elaborados con agregado fino de la cantera Conchán, agregado grueso de la cantera San Juan y 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30% de poliestireno, a las edades de 7, 14, 21 y 28 días, tal como, se muestra en las figuras:

Figura 40.

Peso de los especímenes (kg) con 0% de poliestireno – Diseño 1

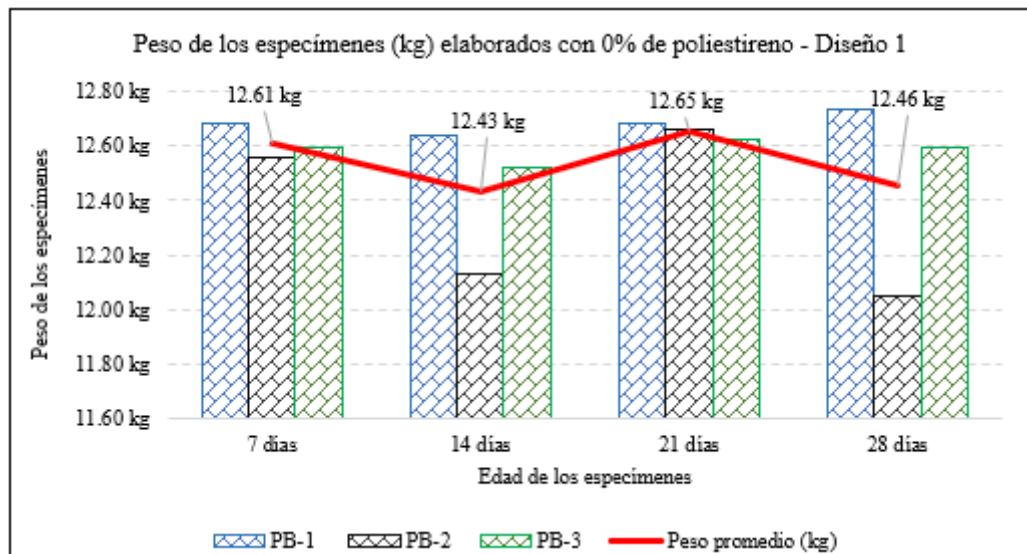


Figura 41.

Peso de los especímenes (kg) elaborados con 5% de poliestireno – Diseño 2

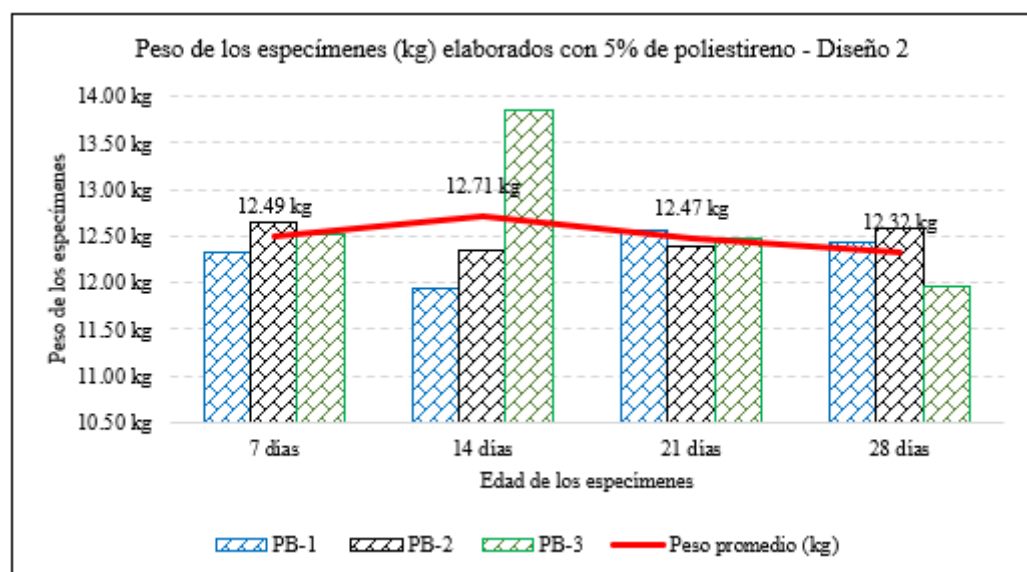


Figura 42.

Peso de los especímenes (kg) elaborados con 10% de poliestireno – Diseño 3

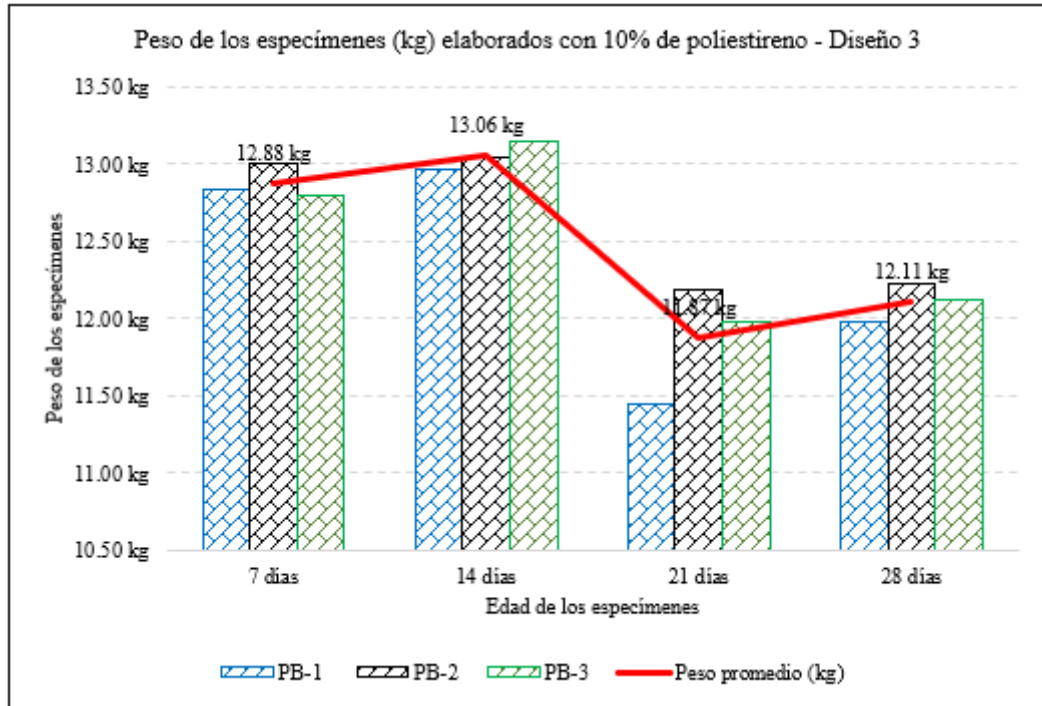


Figura 43.

Peso de los especímenes (kg) elaborados con 15% de poliestireno – Diseño 4

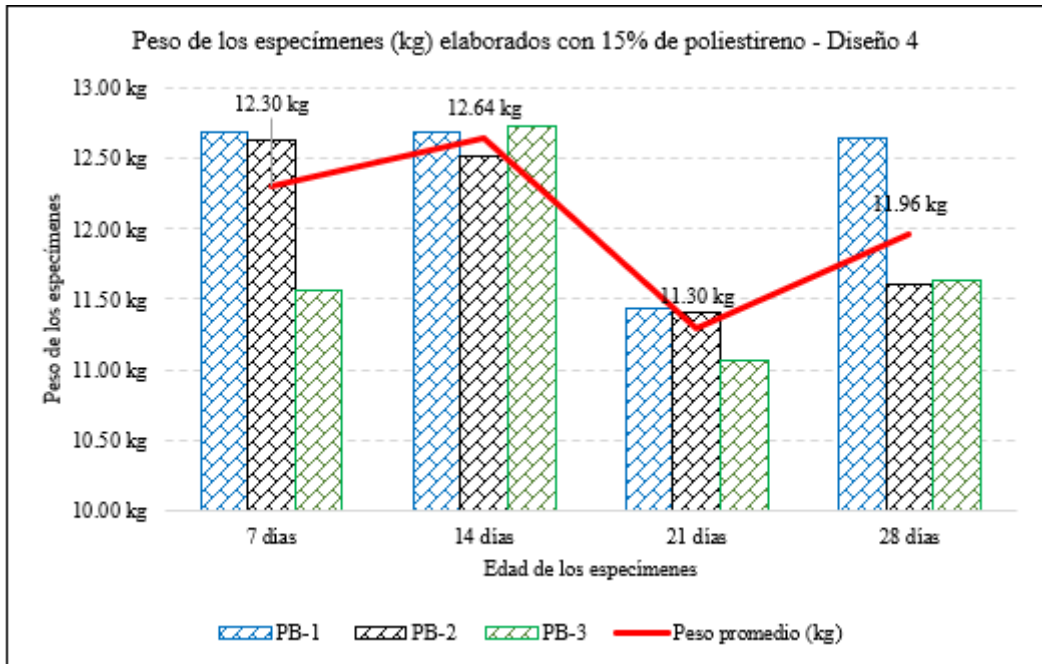


Figura 44.

Peso de los especímenes (kg) elaborados con 20% de poliestireno – Diseño 5

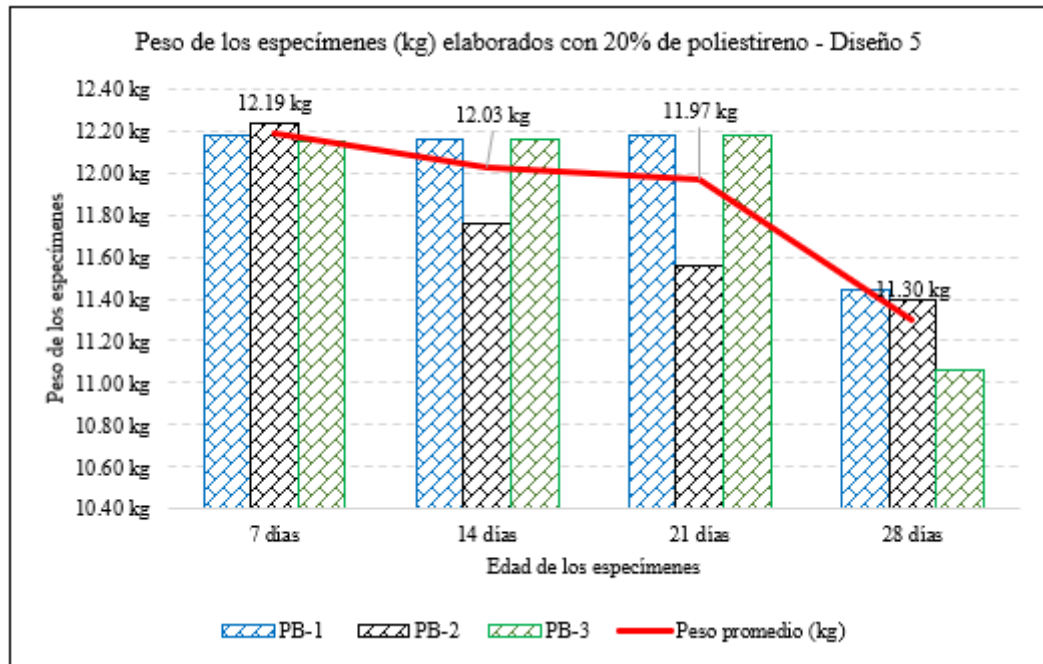


Figura 45.

Peso de los especímenes (kg) elaborados con 25% de poliestireno – Diseño 6

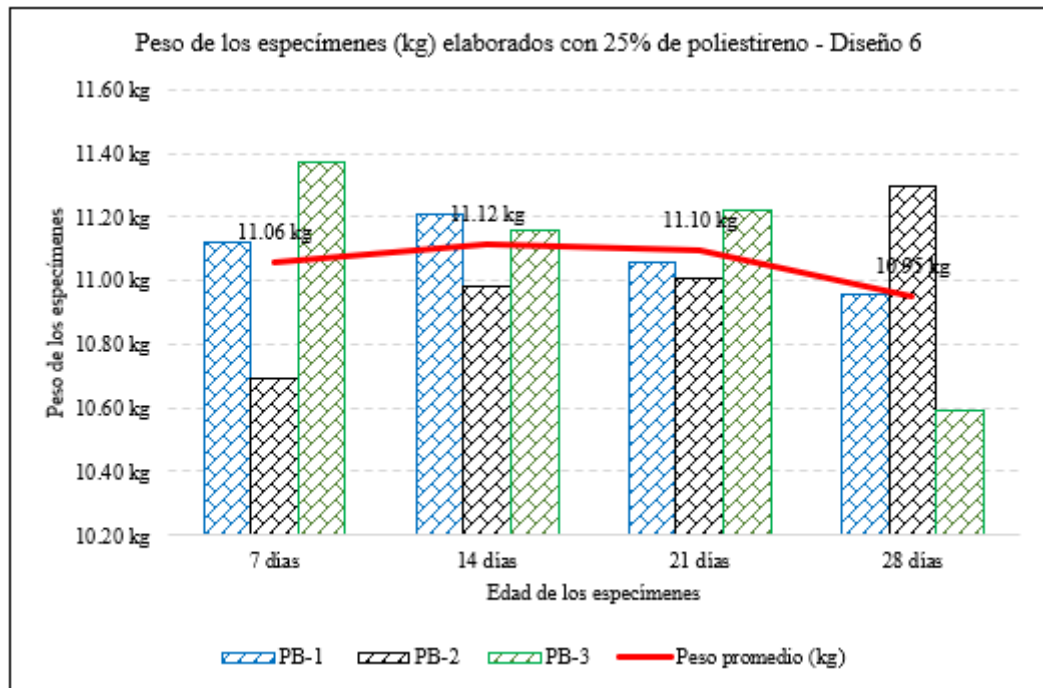
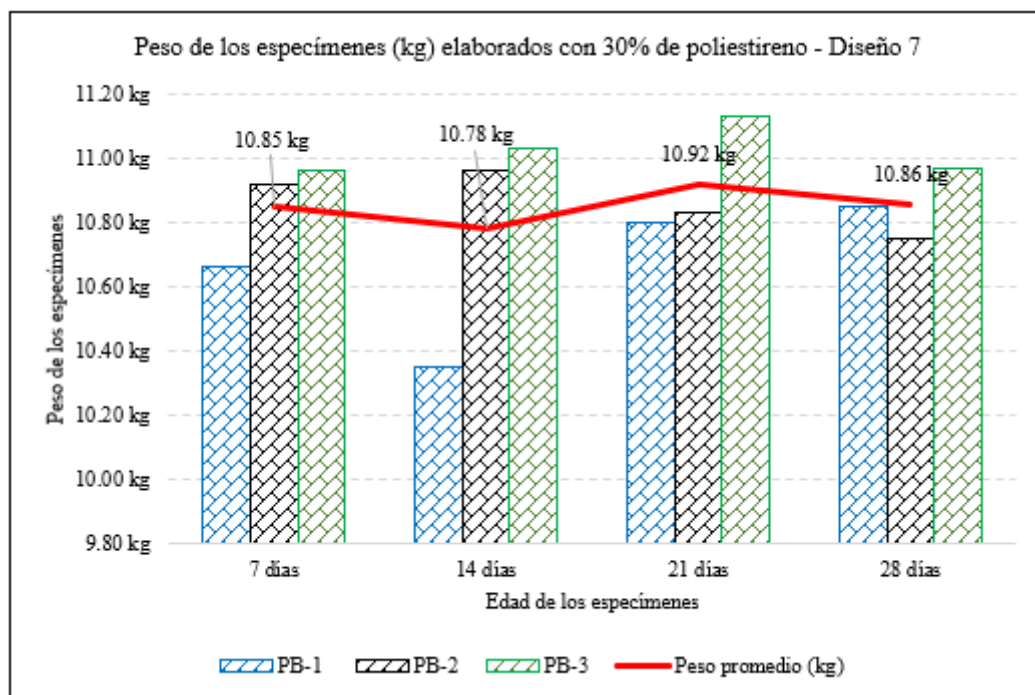


Figura 46.

Peso de los especímenes (kg) elaborados con 30% de poliestireno – Diseño 7



En la Tabla 17 y Figura 47 se resumen los pesos promedio de los especímenes según diseño de mezcla, mismos que como se visualiza en la Figura 48, van disminuyendo según se aumenta el porcentaje de adición de poliestireno expandido.

Tabla 18.

Pesos promedio de los especímenes según diseño de mezcla

Peso (kg)	Edad (días)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
Diseño 1	12.61 kg	12.43 kg	12.65 kg	12.46 kg
Diseño 2	12.49 kg	12.71 kg	12.47 kg	12.32 kg
Diseño 3	12.88 kg	13.06 kg	11.87 kg	12.11 kg
Diseño 4	12.30 kg	12.64 kg	11.30 kg	11.96 kg
Diseño 5	12.19 kg	12.03 kg	11.97 kg	11.30 kg
Diseño 6	11.06 kg	11.12 kg	11.10 kg	10.95 kg
Diseño 7	10.85 kg	10.78 kg	10.92 kg	10.86 kg

Figura 47.

Peso de los especímenes (kg) según diseño de mezcla

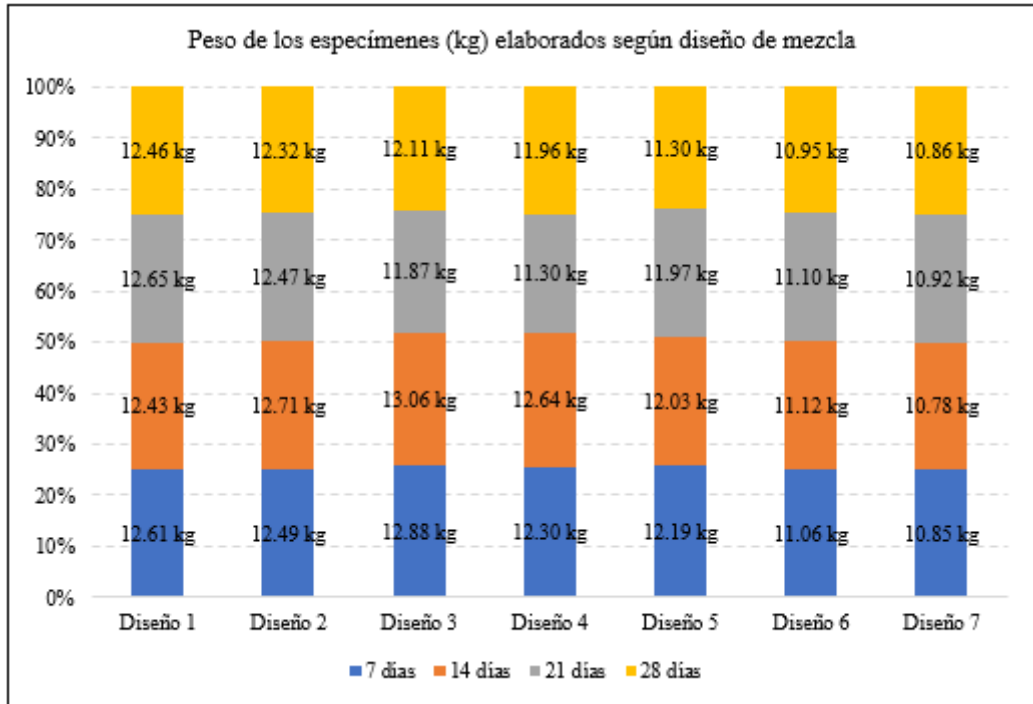
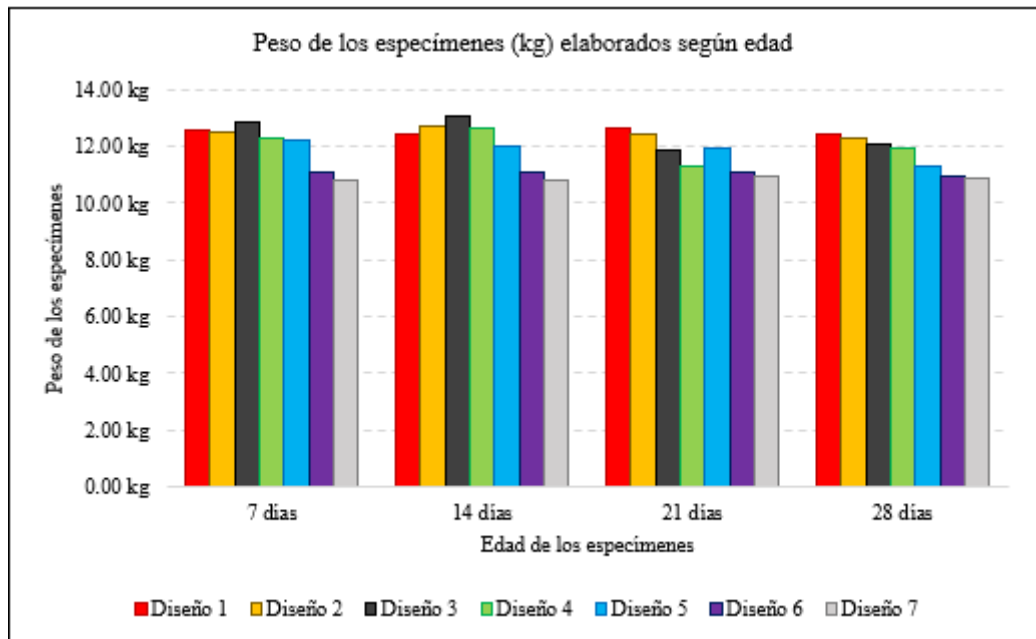


Figura 48.

Peso de los especímenes (kg) según edad de elaboración



5.1.5. Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto elaborados con adición de poliestireno

Se han ensayado a compresión los especímenes de concreto elaborados con cemento portland tipo I, agregado fino de la cantera Conchán, agregado grueso de la cantera San Juan y diferentes porcentajes de poliestireno (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% de poliestireno), a las edades de 7, 14, 21 y 28 días, tal como, se muestra en las figuras:

Figura 49.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) de los especímenes elaborados con 0% de poliestireno

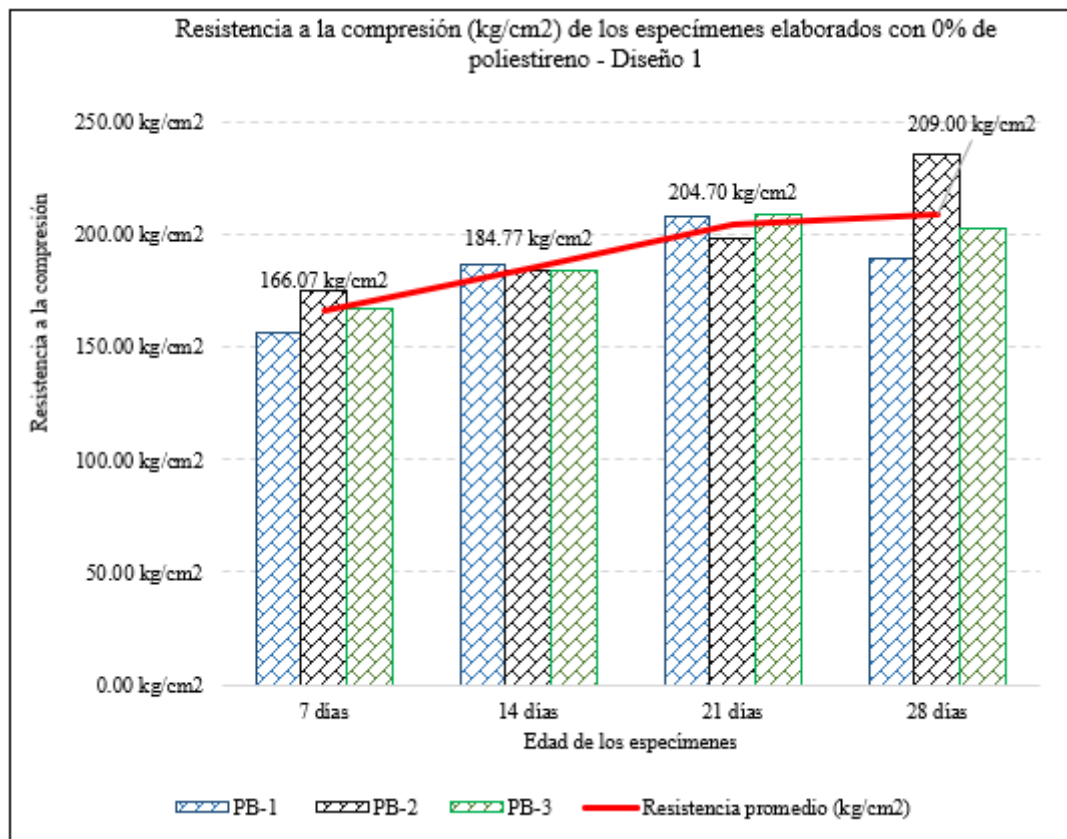


Figura 50.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) de los especímenes elaborados con 5% de poliestireno – Diseño 2

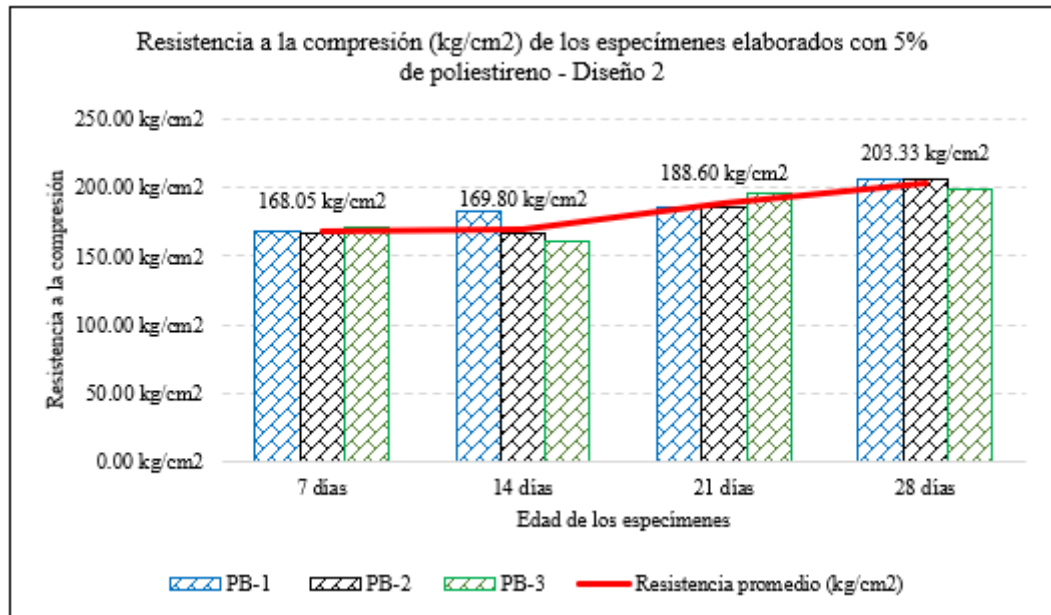


Figura 51.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) de los especímenes elaborados con 10% de poliestireno – Diseño 3

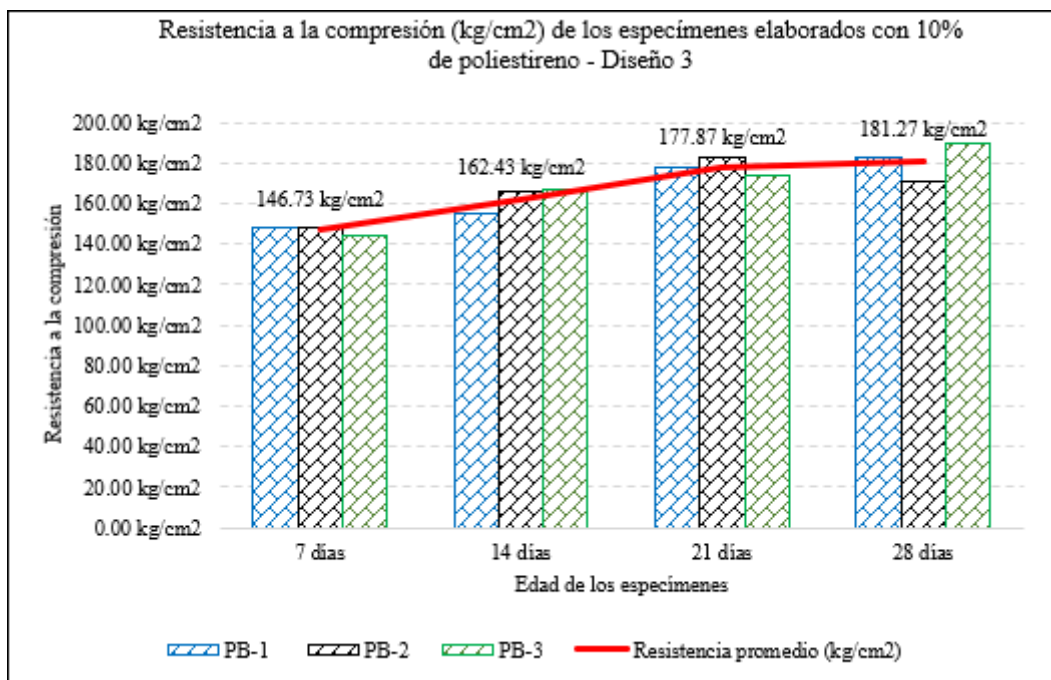


Figura 52.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) de los especímenes elaborados con 15% de poliestireno – Diseño 4

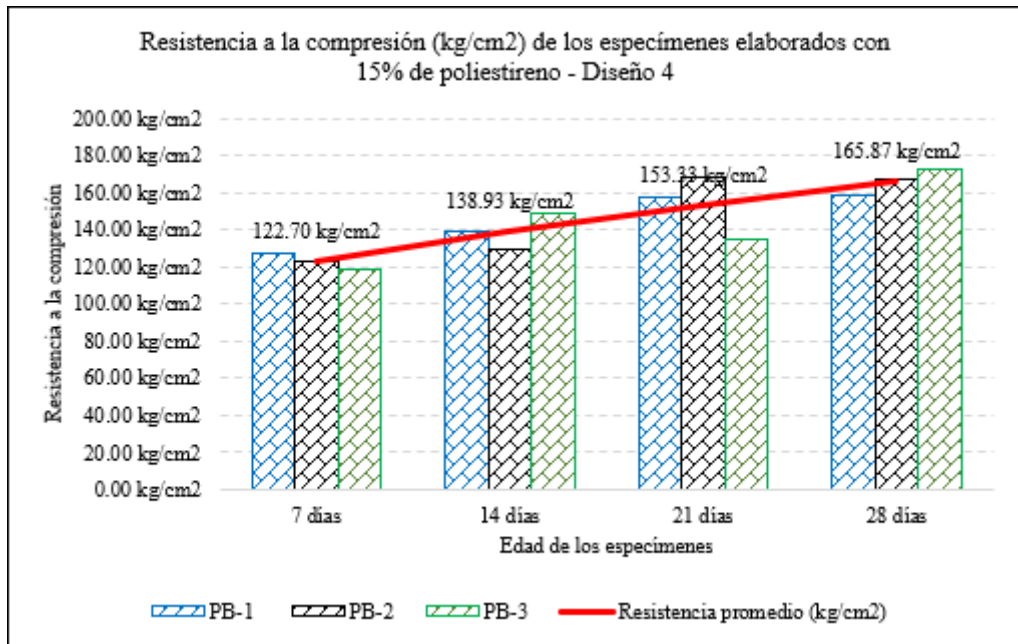


Figura 53.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) de los especímenes elaborados con 20% de poliestireno – Diseño 5

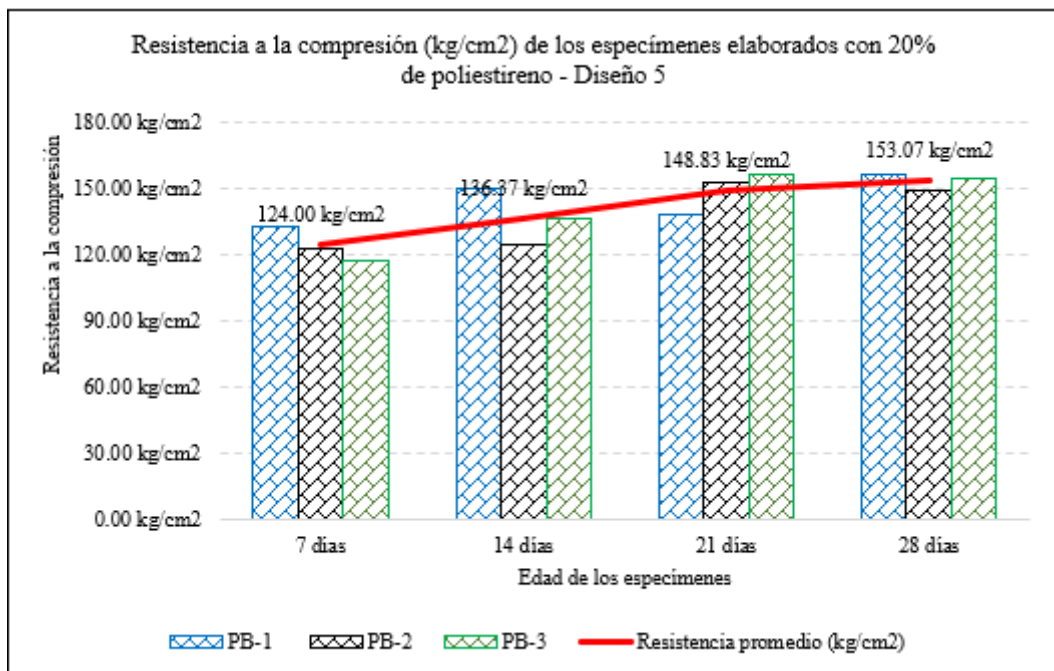


Figura 54.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) de los especímenes elaborados con 25% de poliestireno – Diseño 6

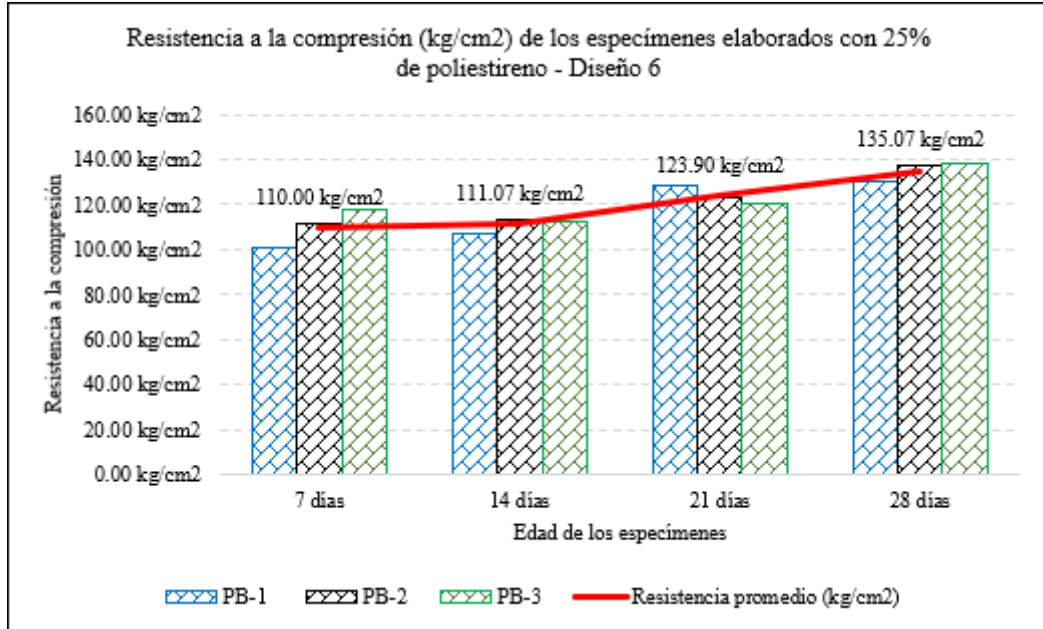
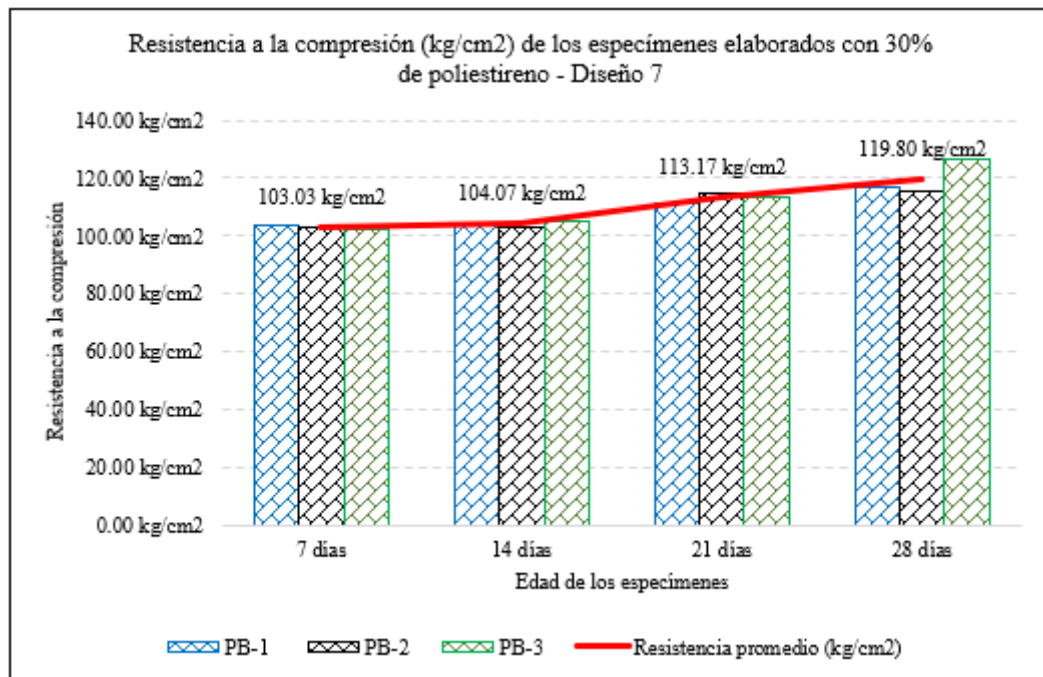


Figura 55.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) de los especímenes elaborados con 30% de poliestireno – Diseño 7



En la Tabla 18 y Figura 56 se resumen las resistencias a la compresión promedio de los especímenes según diseño de mezcla, mismos que como se visualiza en la Figura 57, van disminuyendo según se aumenta el porcentaje de adición de poliestireno expandido.

Tabla 19.

Resistencias a la compresión promedio de los especímenes según diseño de mezcla

Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	7 días	14 días	21 días	28 días
Diseño 1	166.07	184.77	204.70	209.00
Diseño 2	168.05	169.80	188.60	203.33
Diseño 3	146.73	162.43	177.87	181.27
Diseño 4	122.70	138.93	153.33	165.87
Diseño 5	124.00	136.37	148.83	153.07
Diseño 6	110.00	111.07	123.90	135.07
Diseño 7	103.03	104.07	113.17	119.80

Figura 56.

Resistencia a la compresión de los especímenes (kg/cm²) según diseño de mezcla

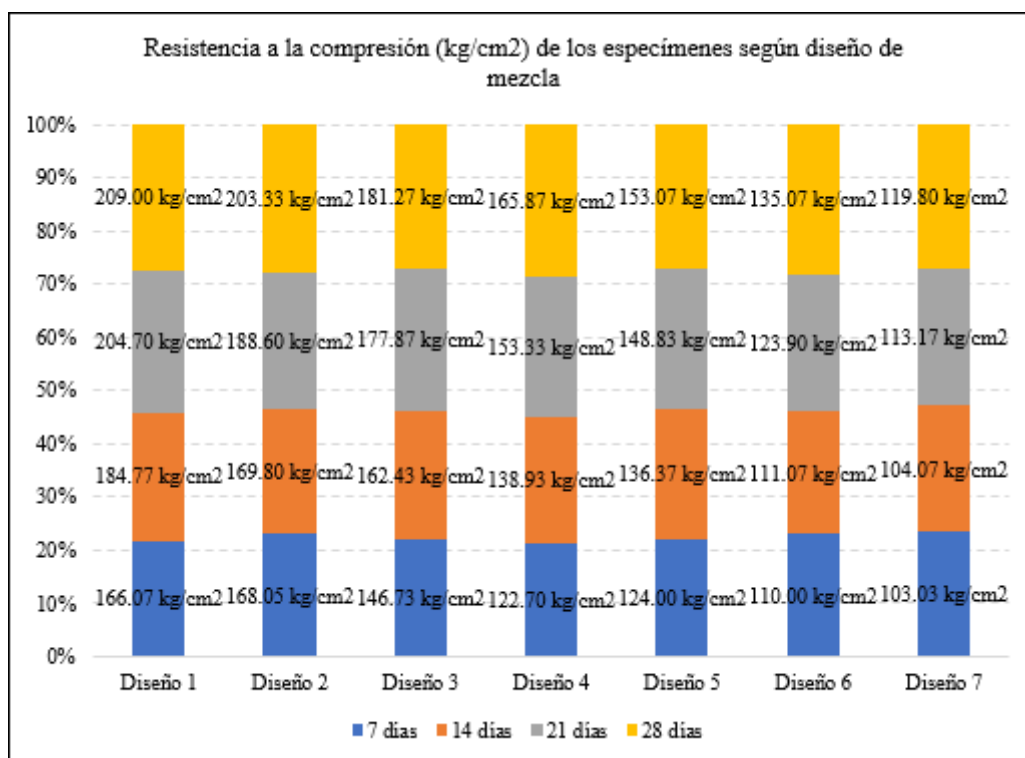
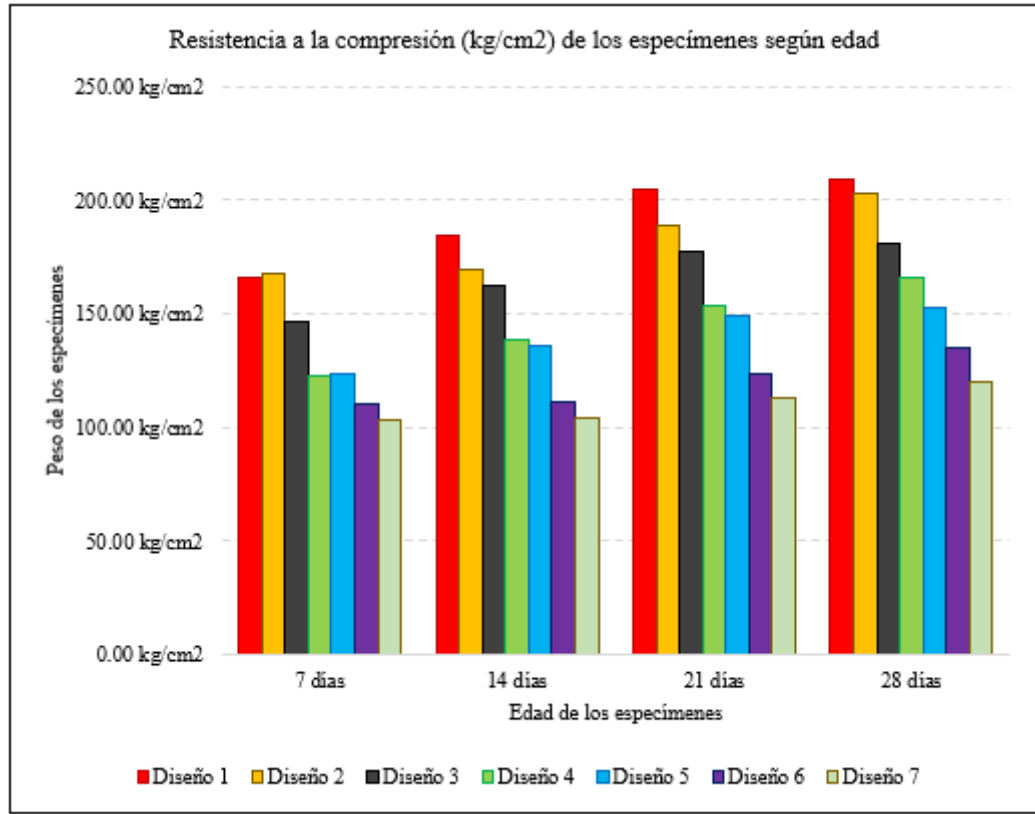


Figura 57.

Resistencia a la compresión de los especímenes (kg/cm²) según edad de elaboración



5.1.6. Porcentaje óptimo de incorporación de poliestireno

En las figuras 58 y 59, se muestran las curvas de variación de peso y resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con adición de poliestireno. Los menores valores del peso de los especímenes (kg) para los diferentes diseños son alcanzados a los 28 días y los mayores valores de la resistencia a la compresión (kg/cm²) de los especímenes son alcanzados a los 28 días (Tabla 19). Dichos valores son correlacionados para determinar el porcentaje óptimo de incorporación de poliestireno pero que mantenga la resistencia a la compresión $f'_c = 175$ kg/cm² del concreto, tal como se muestra en la Figura 60.

Figura 58.

Curvas de variación del peso de los especímenes (kg) según edad de elaboración

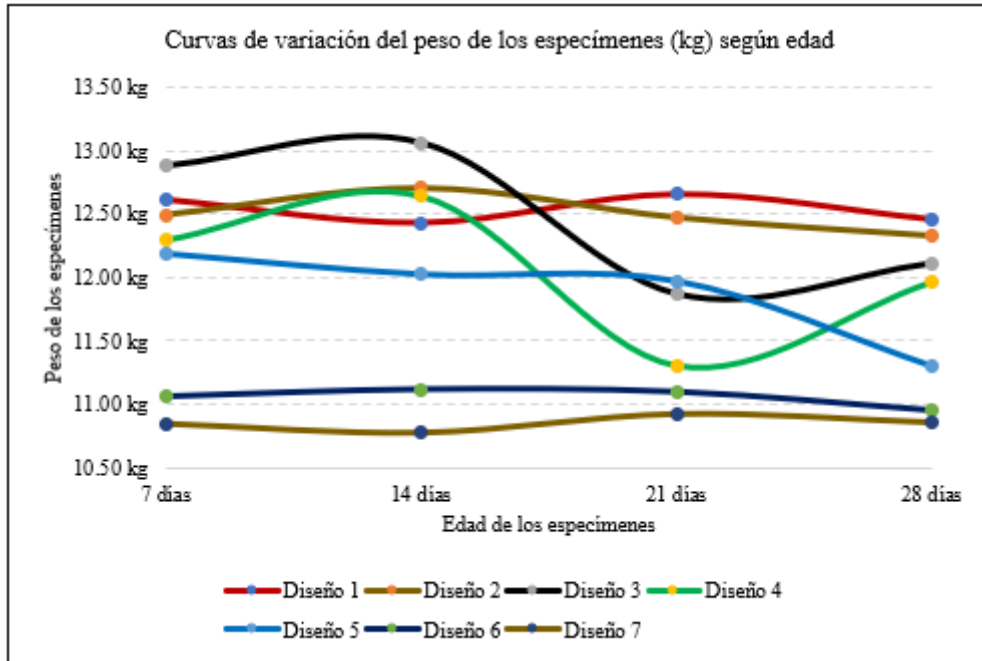


Figura 59.

Curvas de variación de la resistencia de los especímenes (kg/cm²) según edad de elaboración

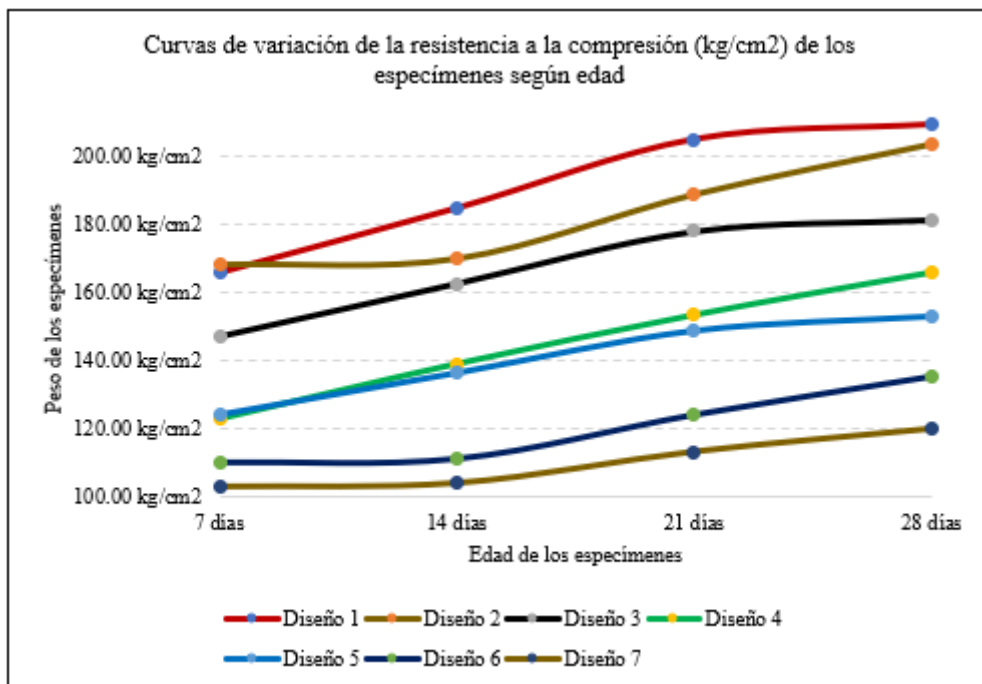


Tabla 20.

Peso y resistencia a la compresión de los especímenes a los 28 días

Diseño	Porcentaje de poliestireno (%)	Peso (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
Diseño 1	0	12.46 kg	209.00 kg/cm ²
Diseño 2	5	12.32 kg	203.33 kg/cm ²
Diseño 3	10	12.11 kg	181.27 kg/cm ²
Diseño 4	15	11.96 kg	165.87 kg/cm ²
Diseño 5	20	11.30 kg	153.07 kg/cm ²
Diseño 6	25	10.95 kg	135.07 kg/cm ²
Diseño 7	30	10.86 kg	119.80 kg/cm ²

La resistencia mínima esperada $f^c = 175$ kg/cm², está dentro de los porcentajes 10% y 15%, alcanzando resistencia a la compresión de 181.27 kg/cm² y 165.87 kg/cm² (Tabla 19).

En la Figura 60, se observa que las curvas del peso (kg) y la resistencia a la compresión (kg/cm²) promedio de los especímenes de concreto con adición de poliestireno (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% de poliestireno), a los 28 días de edad, se ajustan a los modelos de regresión polinómica (líneas de tendencia), con factores de correlación de 0.9796 y 0.9927 respectivamente.

Al interpolar la adición del porcentaje de poliestireno, entre los porcentajes de adición 10% y 15% de poliestireno, por medio de la ecuación cubica del peso (kg) y la ecuación cuadrática de la resistencia a la compresión (kg/m²) de los especímenes de concreto, se obtiene como porcentaje óptimo al 12.50% (Tabla 20). con esta dosificación se han elaborado las estructuras a escala para los ensayos de variación de sonido y variación de temperatura.

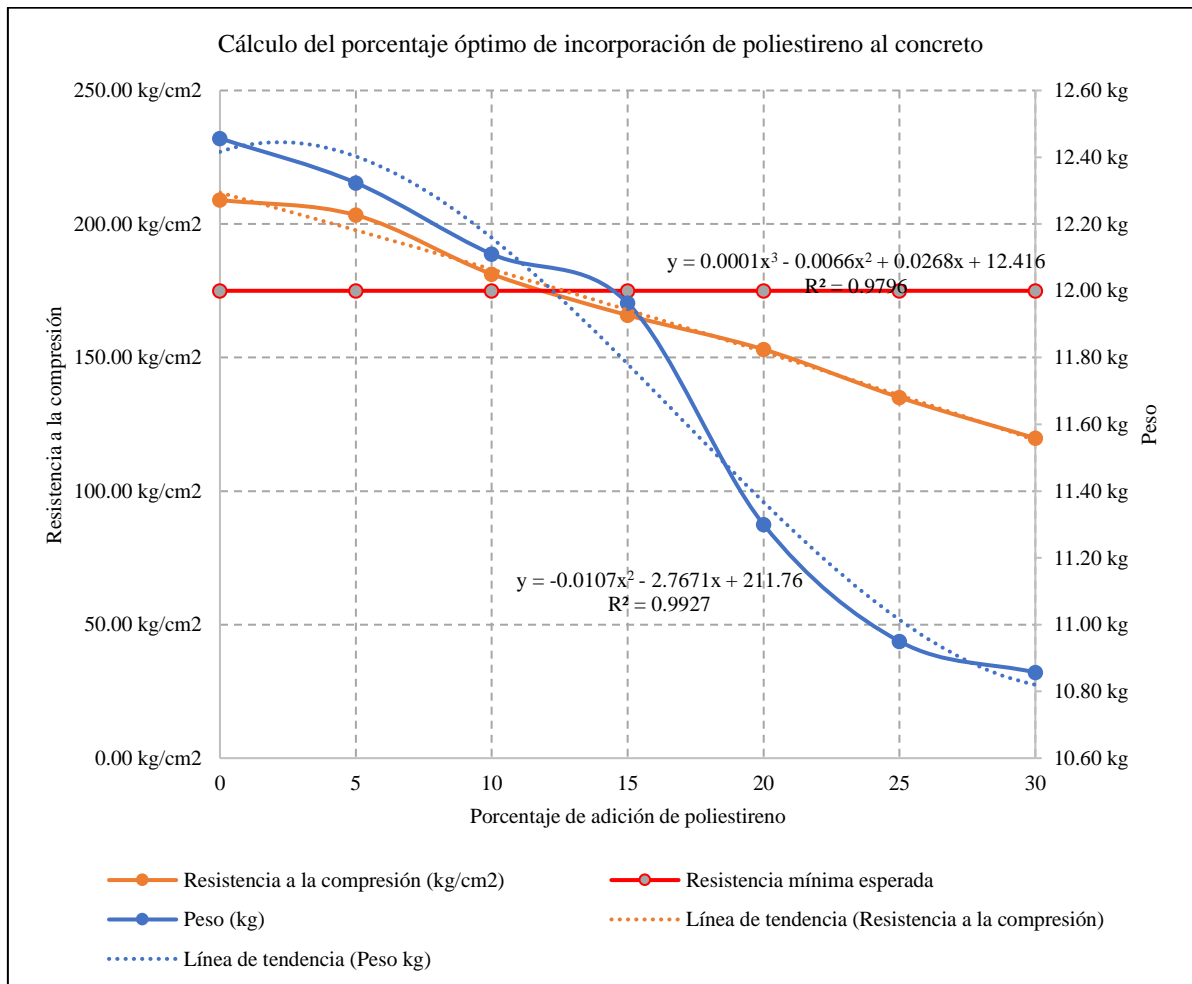
Tabla 21

Iteraciones para determinar porcentaje óptimo

Porcentaje de poliestireno	Peso (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)
10	11.856	183.0
11	11.7505	180.0
12	11.638	177.014
12.5	11.580	175.499
13	11.520	173.979
14	11.397	170.923
15	11.269	167.846

Figura 60.

Cálculo del porcentaje óptimo de incorporación de poliestireno al concreto



5.1.7. Estructuras a escala

Las estructuras a escala para los ensayos de aislamiento térmico y acústico, tienen 2.00 m de largo, 1.00 m de ancho y 0.80 m de altura, constan de dos ambientes separados por un muro de división, tal como se muestra en la Figura 61. La estructura 1, tiene muros de 15 cm de espesor, el concreto que se utilizó está elaborado con la proporción del diseño base (Diseño 1) sin Tecnopor, la estructura 2 y 3 tienen muros de 10 cm y 15 cm de espesor respectivamente, el concreto que se utilizó está elaborado con la dosificación óptima de adición de poliestireno 12.50%. Para la realización de los ensayos de sonido y temperatura se aplicó ruido de 20 a 100 Db, o calor de 5° a 37° en el ambiente 1, para medir la percepción del mismo en el ambiente 2. Los resultados se muestran en las Figuras 62, 63, 64, 65, 66 y 67.

Figura 61.

Estructuras a escala para ensayos termo – acústicos



Figura 62.

Variación de temperatura (°C) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 1, espesor 15 cm, mezcla sin poliestireno

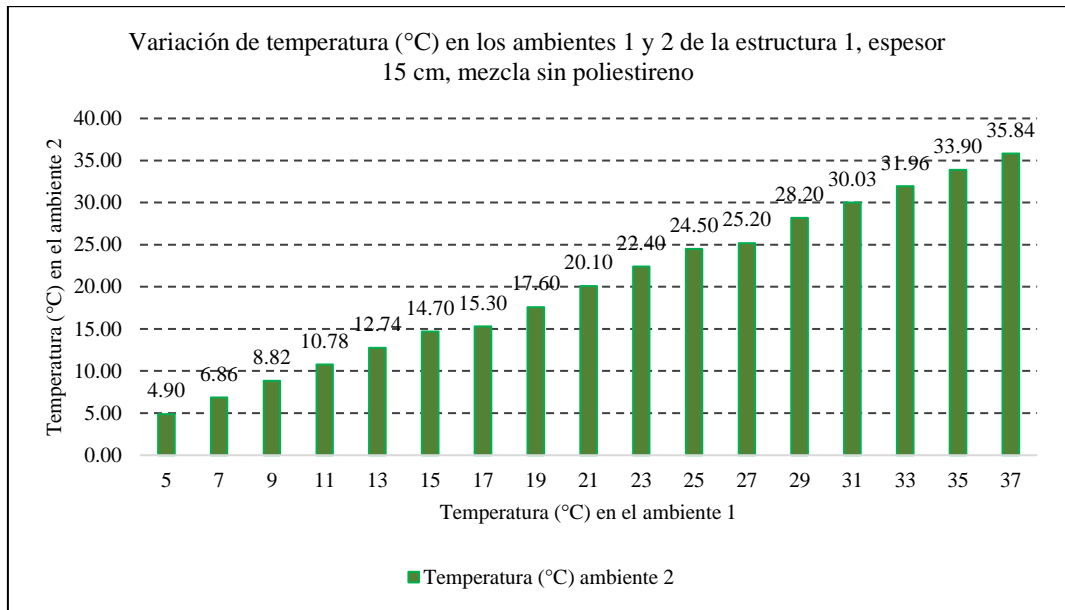


Figura 63.

Variación de sonido (Db) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 1, espesor 15 cm, mezcla sin poliestireno

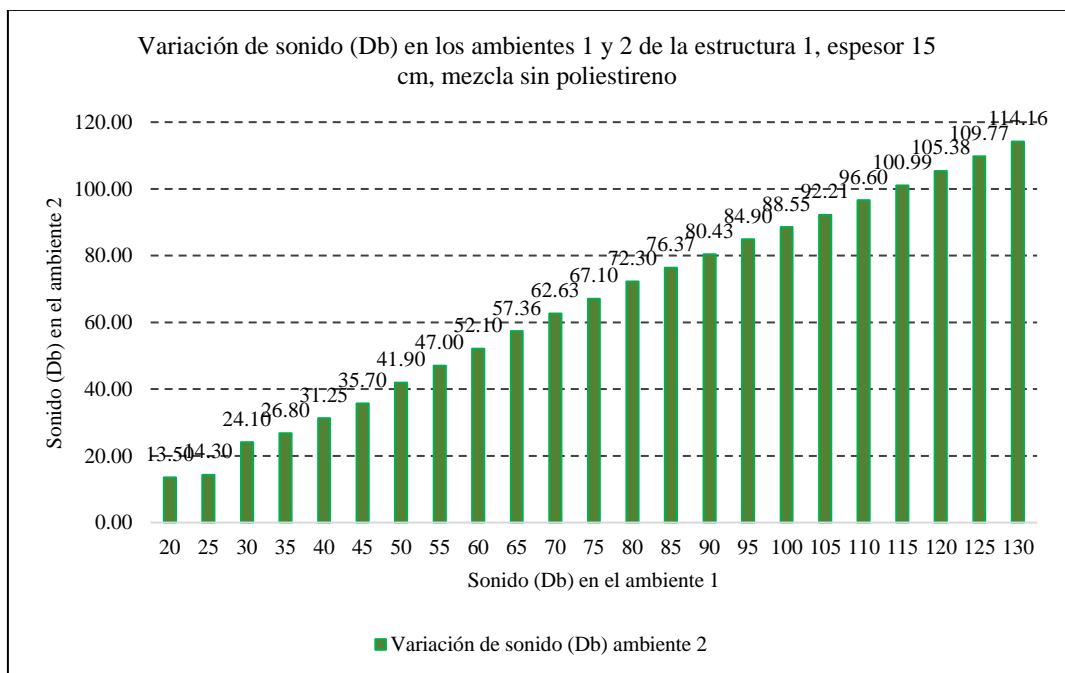


Figura 64.

Variación de temperatura (°C) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 2, espesor 10 cm, mezcla con poliestireno

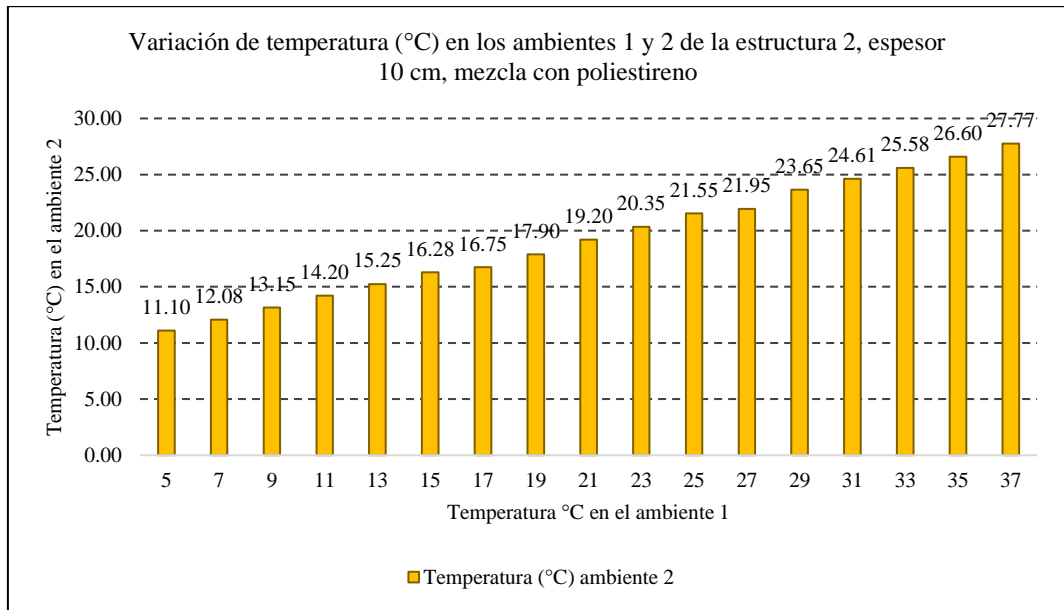


Figura 65.

Variación de sonido (Db) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 2, espesor 10 cm, mezcla con poliestireno

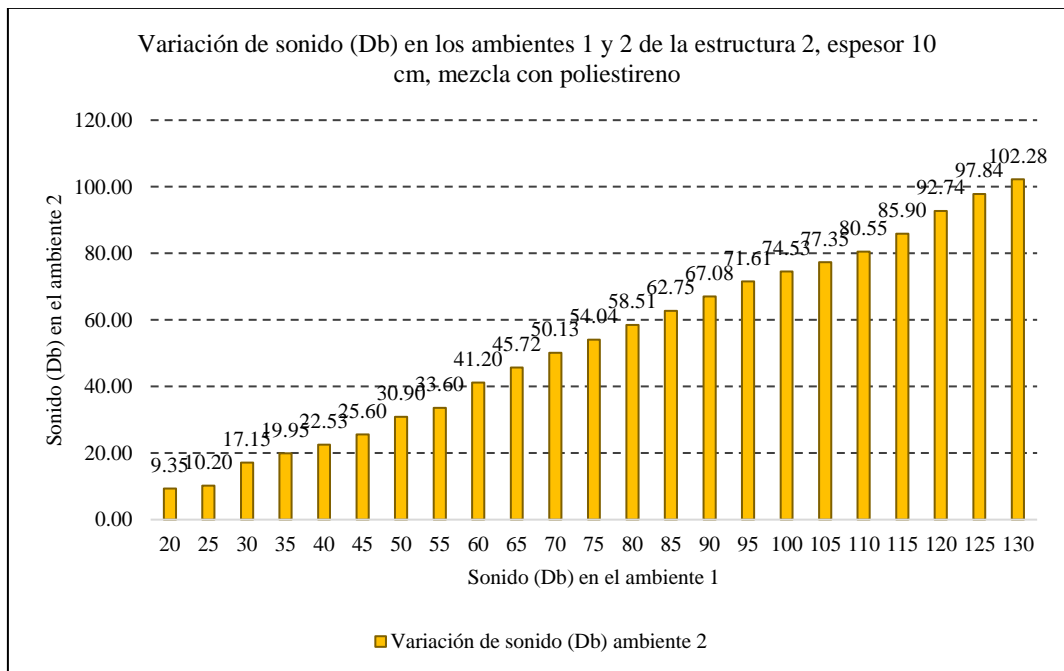


Figura 66.

Variación de temperatura (°C) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 3, espesor 15 cm, mezcla con poliestireno

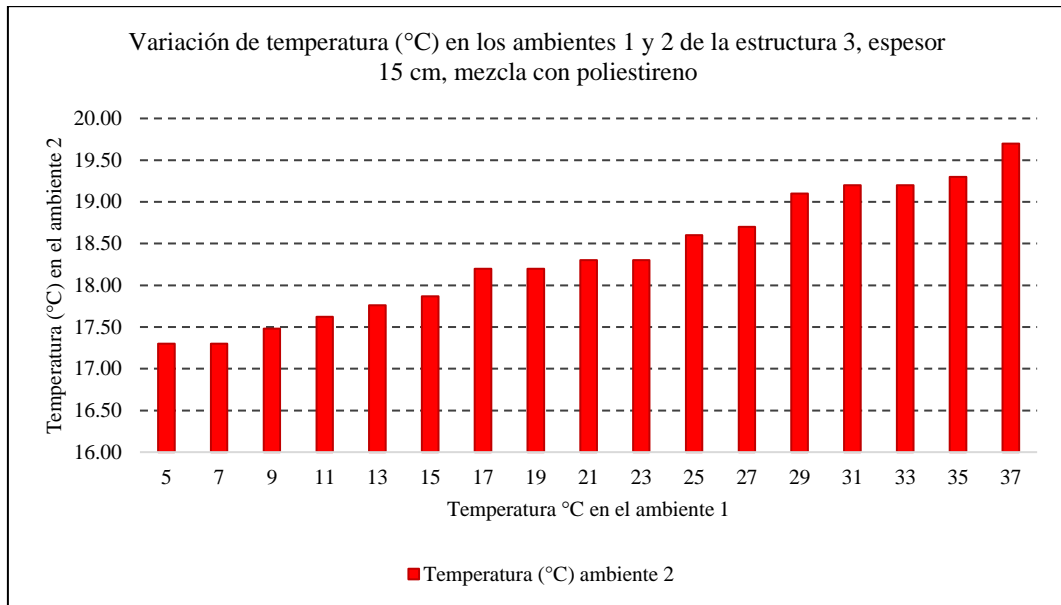
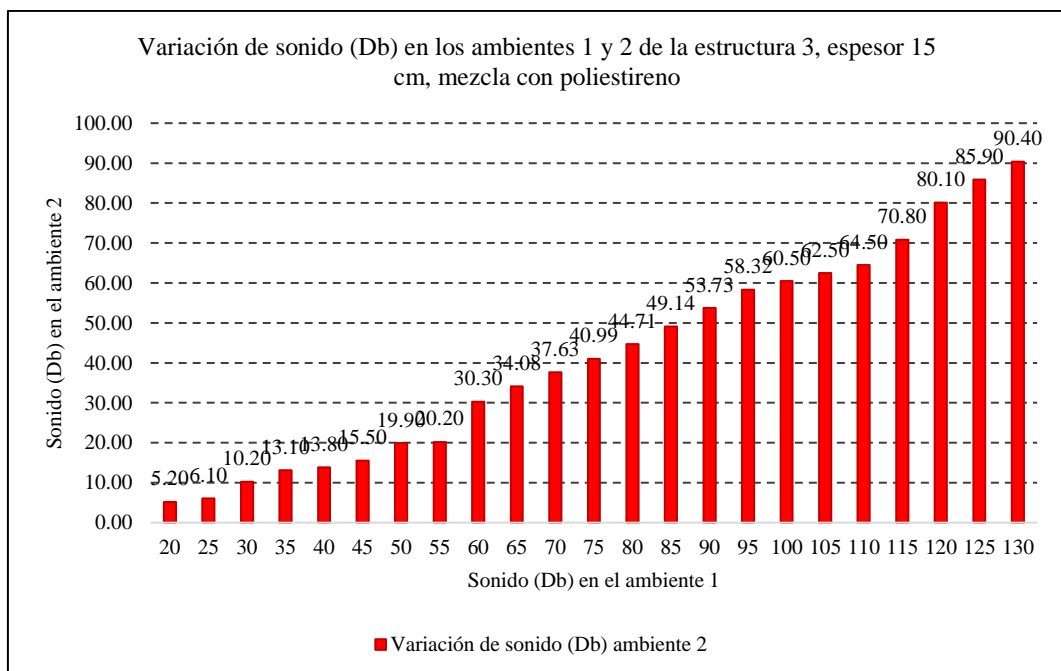


Figura 67.

Variación de sonido (Db) en los ambientes 1 y 2 de la estructura 3, espesor 15 cm, mezcla con poliestireno



En la Tabla 21 y Figura 68, se observa que, al aumentar la temperatura en el ambiente 1 de la estructura 1 (e= 15 cm, mezcla sin poliestireno), la temperatura en el ambiente 2, también se incrementa en igual porcentaje, en cambio al adicionar poliestireno a las estructuras los sucesos difieren. Para la estructura 2 (e= 10 cm, mezcla 12.50% de poliestireno), la percepción de la temperatura es mayor que la estructura hasta los 20°, luego la percepción de la temperatura es menor. Para la estructura 3 (e= 15 cm, mezcla 12.50% de poliestireno), la percepción de la temperatura es mayor que la estructura 2, hasta los 20° luego la percepción de la temperatura es mucho menor que las estructuras 1 y 2. Esto se debe a que el poliestireno presenta una excelente capacidad de aislamiento térmico frente al calor y al frío, entonces mientras los muros tengan más espesor, mayor cantidad de poliestireno tendrán, y sus propiedades térmicas serán más notables, siendo el punto de inflexión de frío a calor 20 °C (Intersección de cambio de temperatura para las estructuras 1, 2 y 3).

En la Tabla 22 y Figura 69, se puede observar la variación del sonido en las estructuras 1, 2 y 3. La percepción del sonido en el ambiente 2, es mayor para la estructura 1 (e= 15 cm, mezcla sin poliestireno) y menor para la estructura 3 (e= 15 cm, mezcla 12.50% de poliestireno), debido a que el poliestireno presenta características aislantes del sonido, además que la estructura 3, tiene un espesor mayor al de la estructura 2 (e= 10 cm, mezcla 12.50% de poliestireno).

Para conseguir óptimas propiedades termo – acústicas en la construcción de edificaciones, de concreto liviano, el porcentaje de adición óptimo es 12.50% y el espesor recomendable es 15 cm.

Tabla 22.

Temperatura (°C) en las estructuras 1, 2 y 3

Temperatura, ambiente 1	Temperatura ambiente 2, estructura 1	Temperatura ambiente 2, estructura 2	Temperatura ambiente 2, estructura 3
5	4.90	11.10	17.30
7	6.86	12.08	17.30
9	8.82	13.15	17.48
11	10.78	14.20	17.62
13	12.74	15.25	17.76
15	14.70	16.28	17.87
17	15.30	16.75	18.20
19	17.60	17.90	18.20
21	20.10	19.20	18.30
23	22.40	20.35	18.30
25	24.50	21.55	18.60
27	25.20	21.95	18.70
29	28.20	23.65	19.10
31	30.03	24.61	19.20
33	31.96	25.58	19.20
35	33.90	26.60	19.30
37	35.84	27.77	19.70

Figura 68.

Variación de temperatura en las estructuras 1, 2 y 3

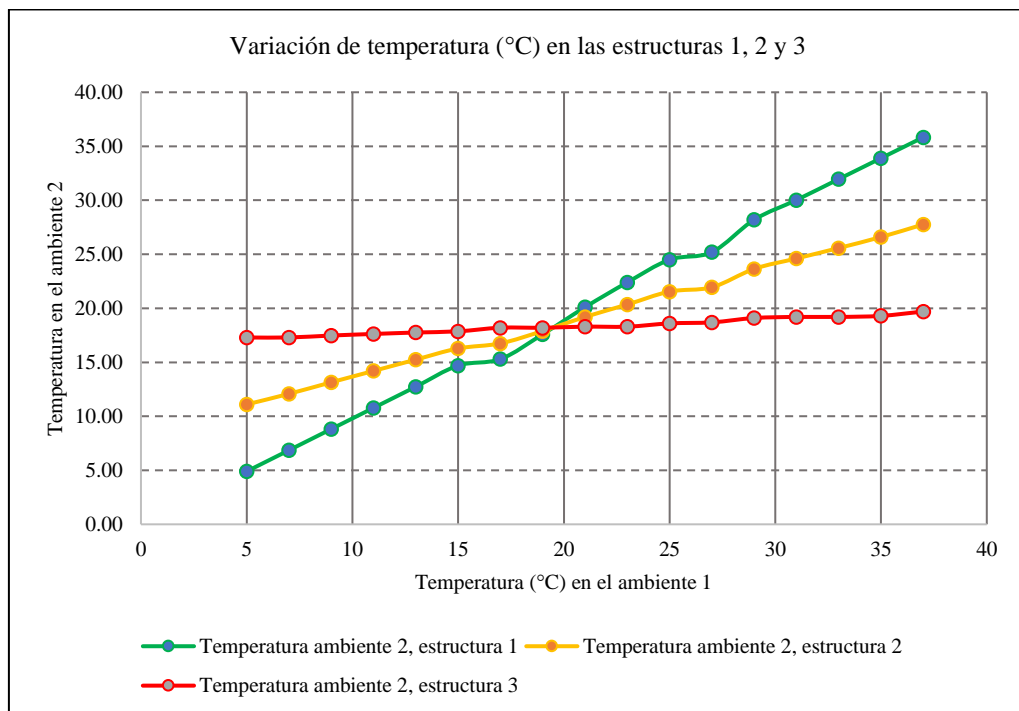


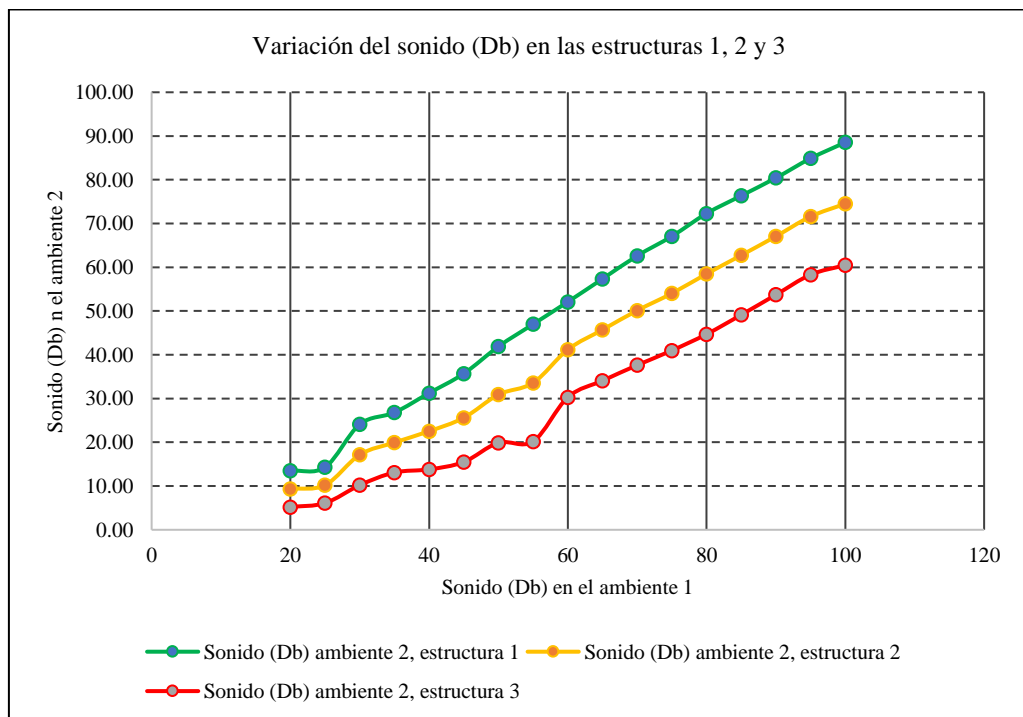
Tabla 23.

Sonido (Db) en las estructuras 1, 2 y 3

Sonido (Db) ambiente 1	Sonido (Db) ambiente 2, estructura 1	Sonido (Db) ambiente 2, estructura 2	Sonido (Db) ambiente 2, estructura 3
20	13.50	9.35	5.20
25	14.30	10.20	6.10
30	24.10	17.15	10.20
35	26.80	19.95	13.10
40	31.25	22.53	13.80
45	35.70	25.60	15.50
50	41.90	30.90	19.90
55	47.00	33.60	20.20
60	52.10	41.20	30.30
65	57.36	45.72	34.08
70	62.63	50.13	37.63
75	67.10	54.04	40.99
80	72.30	58.51	44.71
85	76.37	62.75	49.14
90	80.43	67.08	53.73
95	84.90	71.61	58.32
100	88.55	74.53	60.50

Figura 69.

Variación de sonido (Db) en las estructuras 1, 2 y 3



5.1.8. Costo de producción del concreto

El costo de producción del concreto simple $f^c= 175 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con distintas dosis de poliestireno, ha sido estimado según la proporción de materiales, cemento (bls), agregados (m^3), agua (m^3) y perlas de poliestireno (kg), tal como se muestra en la Tabla 23, y el precio de las perlas de poliestireno ha sido estimada, sumándole el flete (Tabla 24). Los costos de producción de 1 m^3 de concreto siempre $f^c= 175 \text{ kg/cm}^2$ con y sin poliestireno se muestran en las Tablas 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 y la Figura 70.

Tabla 24.

Proporción de los materiales para 1 m^3 de concreto con poliestireno, 20% de desperdicio

Materiales para 1 m^3 , 20% desperdicio	Porcentaje de poliestireno en el concreto							
	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3	Diseño adecuado 12.5%	Diseño 4	Diseño 5	Diseño 6	Diseño 7
Cemento (bls)	8.68	8.68	8.68	8.68	8.68	8.68	8.68	8.68
Agrega grueso (m^3)	0.417	0.397	0.376	0.365	0.355	0.334	0.313	0.292
Agregado fino (m^3)	0.347	0.330	0.313	0.304	0.295	0.278	0.260	0.243
Agua (m^3)	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246
Poliestireno (kg)	0.000	0.002	0.005	0.006	0.007	0.010	0.012	0.014

Tabla 25.

Precio por kg de las perlas de poliestireno

Descripción del recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Perlas de poliestireno	kg	10.00	10.00	100.00
Flete	kg	1.00	50.00	50.00
			<i>Precio por 10 kg de poliestireno</i>	150.00
			<i>Precio por 1 kg de poliestireno</i>	15.00

Tabla 26.

Costo de producción de 1 m³ de concreto con 0% de poliestireno (D1)

Rendimiento	m ³ /día	15.00	EQ 15.00		
Descripción del recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					104.916
Capataz	hh	0.200	0.107	20.190	2.154
Operario	hh	2.000	1.067	20.190	21.536
Oficial	hh	2.000	1.067	16.510	17.611
Peón	hh	8.000	4.267	14.910	63.616
Materiales					247.589
Gasolina 84	gal		0.500	15.200	7.600
Cemento Portland Tipo IP	bol		8.677	22.500	195.242
Piedra 1"	m ³		0.417	65.000	27.136
Arena	m ³		0.347	50.000	17.365
Agua	m ³		0.246	1.000	0.246
Perlas de poliestireno	kg		0.000	15.000	0.000
Equipos					16.481
Herramientas manuales	%mo		3.000	104.916	3.147
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.267	15.000	4.000
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.267	35.000	9.333
Costo unitario directo:					368.986

Tabla 27.

Costo de producción de 1 m³ de concreto con 5% de poliestireno (D2)

Rendimiento	m ³ /día	15.00	EQ 15.00		
Descripción del recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					104.916
Capataz	hh	0.200	0.107	20.190	2.154
Operario	hh	2.000	1.067	20.190	21.536
Oficial	hh	2.000	1.067	16.510	17.611
Peón	hh	8.000	4.267	14.910	63.616
Materiales					245.399
Gasolina 84	gal		0.500	15.200	7.600
Cemento Portland Tipo IP	bol		8.677	22.500	195.242
Piedra 1"	m ³		0.397	65.000	25.779
Arena	m ³		0.330	50.000	16.497
Agua	m ³		0.246	1.000	0.246
Perlas de poliestireno	kg		0.002	15.000	0.036
Equipos					16.481
Herramientas manuales	%mo		3.000	104.916	3.147
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.267	15.000	4.000
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.267	35.000	9.333
Costo unitario directo:					366.796

Tabla 28.

Costo de producción de 1 m3 de concreto con 10% de poliestireno (D3)

Rendimiento	m3/día	15.00		EQ	15.00
Descripción del recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					104.916
Capataz	hh	0.200	0.107	20.190	2.154
Operario	hh	2.000	1.067	20.190	21.536
Oficial	hh	2.000	1.067	16.510	17.611
Peón	hh	8.000	4.267	14.910	63.616
Materiales					243.210
Gasolina 84	gal		0.500	15.200	7.600
Cemento Portland Tipo IP	bol		8.677	22.500	195.242
Piedra 1"	m3		0.376	65.000	24.422
Arena	m3		0.313	50.000	15.628
Agua	m3		0.246	1.000	0.246
Perlas de poliestireno	kg		0.005	15.000	0.072
Equipos					16.481
Herramientas manuales	%mo		3.000	104.916	3.147
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.267	15.000	4.000
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.267	35.000	9.333
Costo unitario directo:					364.607

Tabla 29.

Costo de producción de 1 m3 de concreto con 12.5% de poliestireno (Diseño adecuado técnicamente)

Rendimiento	m3/día	15.00		EQ	15.00
Descripción del recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					104.916
Capataz	hh	0.200	0.107	20.190	2.154
Operario	hh	2.000	1.067	20.190	21.536
Oficial	hh	2.000	1.067	16.510	17.611
Peón	hh	8.000	4.267	14.910	63.616
Materiales					242.116
Gasolina 84	gal		0.500	15.200	7.600
Cemento Portland Tipo IP	bol		8.677	22.500	195.242
Piedra 1"	m3		0.365	65.000	23.744
Arena	m3		0.304	50.000	15.194
Agua	m3		0.246	1.000	0.246
Perlas de poliestireno	kg		0.006	15.000	0.090
Equipos					16.481
Herramientas manuales	%mo		3.000	104.916	3.147
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.267	15.000	4.000
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.267	35.000	9.333
Costo unitario directo:					363.513

Tabla 30.

Costo de producción de 1 m3 de concreto con 15% de poliestireno (D4)

Rendimiento	m3/día	15.00	EQ 15.00		
Descripción del recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					104.916
Capataz	hh	0.200	0.107	20.190	2.154
Operario	hh	2.000	1.067	20.190	21.536
Oficial	hh	2.000	1.067	16.510	17.611
Peón	hh	8.000	4.267	14.910	63.616
Materiales					241.021
Gasolina 84	gal		0.500	15.200	7.600
Cemento Portland Tipo IP	bol		8.677	22.500	195.242
Piedra 1"	m3		0.355	65.000	23.066
Arena	m3		0.295	50.000	14.760
Agua	m3		0.246	1.000	0.246
Perlas de poliestireno	kg		0.007	15.000	0.107
Equipos					16.481
Herramientas manuales	%mo		3.000	104.916	3.147
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.267	15.000	4.000
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.267	35.000	9.333
Costo unitario directo:					362.418

Tabla 31.

Costo de producción de 1 m3 de concreto con 20% de poliestireno (D5)

Rendimiento	m3/día	15.00	EQ 15.00		
Descripción del recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					104.916
Capataz	hh	0.200	0.107	20.190	2.154
Operario	hh	2.000	1.067	20.190	21.536
Oficial	hh	2.000	1.067	16.510	17.611
Peón	hh	8.000	4.267	14.910	63.616
Materiales					238.832
Gasolina 84	gal		0.500	15.200	7.600
Cemento Portland Tipo IP	bol		8.677	22.500	195.242
Piedra 1"	m3		0.334	65.000	21.709
Arena	m3		0.278	50.000	13.892
Agua	m3		0.246	1.000	0.246
Perlas de poliestireno	kg		0.010	15.000	0.143
Equipos					16.481
Herramientas manuales	%mo		3.000	104.916	3.147
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.267	15.000	4.000
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.267	35.000	9.333
Costo unitario directo:					360.229

Tabla 32.

Costo de producción de 1 m3 de concreto con 25% de poliestireno (D6)

Rendimiento	m3/día	15.00		EQ	15.00
Descripción del recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					104.916
Capataz	hh	0.200	0.107	20.190	2.154
Operario	hh	2.000	1.067	20.190	21.536
Oficial	hh	2.000	1.067	16.510	17.611
Peón	hh	8.000	4.267	14.910	63.616
Materiales					236.642
Gasolina 84	gal		0.500	15.200	7.600
Cemento Portland Tipo IP	bol		8.677	22.500	195.242
Piedra 1"	m3		0.313	65.000	20.352
Arena	m3		0.260	50.000	13.024
Agua	m3		0.246	1.000	0.246
Perlas de poliestireno	kg		0.012	15.000	0.179
Equipos					16.481
Herramientas manuales	%mo		3.000	104.916	3.147
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.267	15.000	4.000
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.267	35.000	9.333
Costo unitario directo:					358.040

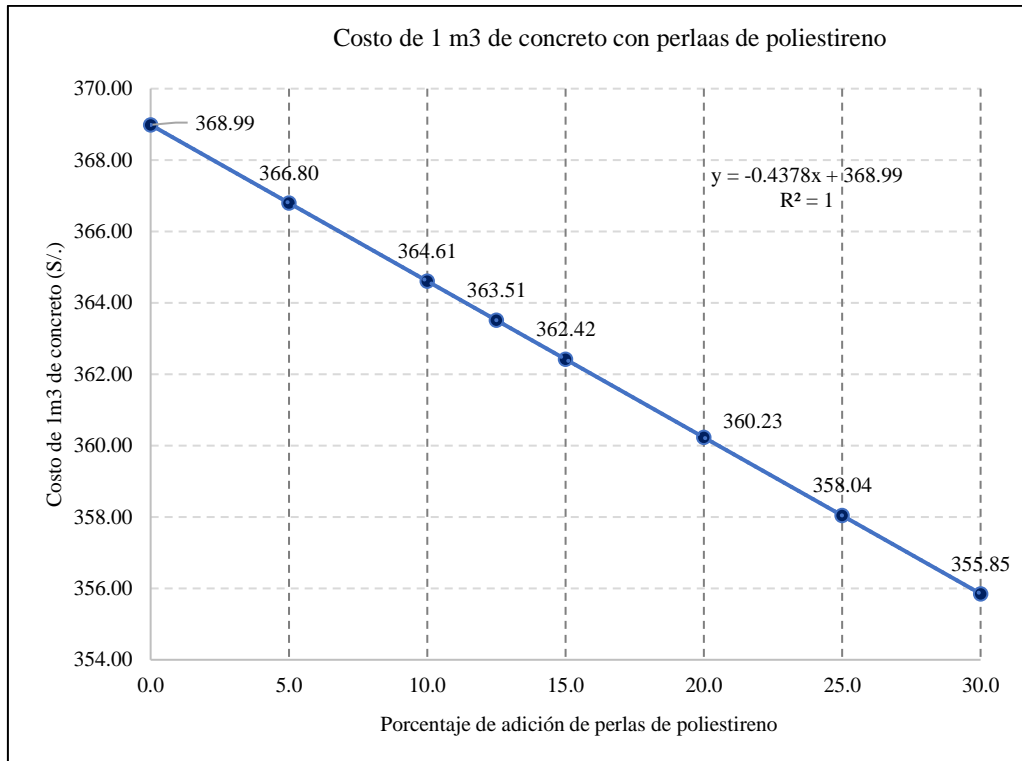
Tabla 33.

Costo de producción de 1 m3 de concreto con 30% de poliestireno (D7)

Rendimiento	m3/día	15.00		EQ	15.00
Descripción del recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					104.916
Capataz	hh	0.200	0.107	20.190	2.154
Operario	hh	2.000	1.067	20.190	21.536
Oficial	hh	2.000	1.067	16.510	17.611
Peón	hh	8.000	4.267	14.910	63.616
Materiales					234.453
Gasolina 84	gal		0.500	15.200	7.600
Cemento Portland Tipo IP	bol		8.677	22.500	195.242
Piedra 1"	m3		0.292	65.000	18.995
Arena	m3		0.243	50.000	12.155
Agua	m3		0.246	1.000	0.246
Perlas de poliestireno	kg		0.014	15.000	0.215
Equipos					16.481
Herramientas manuales	%mo		3.000	104.916	3.147
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.267	15.000	4.000
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.267	35.000	9.333
Costo unitario directo:					355.850

Figura 70.

Costo de 1 m³ de concreto con poliestireno



Según la Figura 70, el costo de 1 m³ de concreto con perlas de poliestireno va disminuyendo al aumentar el porcentaje de adición de perlas de poliestireno, esto se debe a que el material adiconante reemplaza al volumen de los agregados (agregado fino y agregado grueso), sin embargo, el hecho de que el precio sea menor no asegura el beneficio social, ya que también se requiere un concreto con resistencia a la compresión $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por tanto, en la Tabla 33, se muestran los valores técnicos y económicos, que se utilizaron para el análisis costo – beneficio del concreto con poliestireno, donde se puede visualizar que las mejores características técnicas como menor peso y mayor resistencia lo tiene el porcentaje de 12.50%, por tanto, se demuestra que con este porcentaje se logra una mezcla de concreto con mayores beneficios, pero para poder entender esto de forma más clara se presenta el análisis costo-beneficio dado en la Figura 71.

En la Figura 71, se observa el costo – beneficio del concreto según porcentaje de adición de poliestireno, donde, claramente podemos aseverar que el porcentaje óptimo técnicamente 12.50%, también es el porcentaje óptimo económicamente, por tanto, presenta mayores beneficios sociales que el concreto simple $f'c = 175$ kg/cm² tradicional.

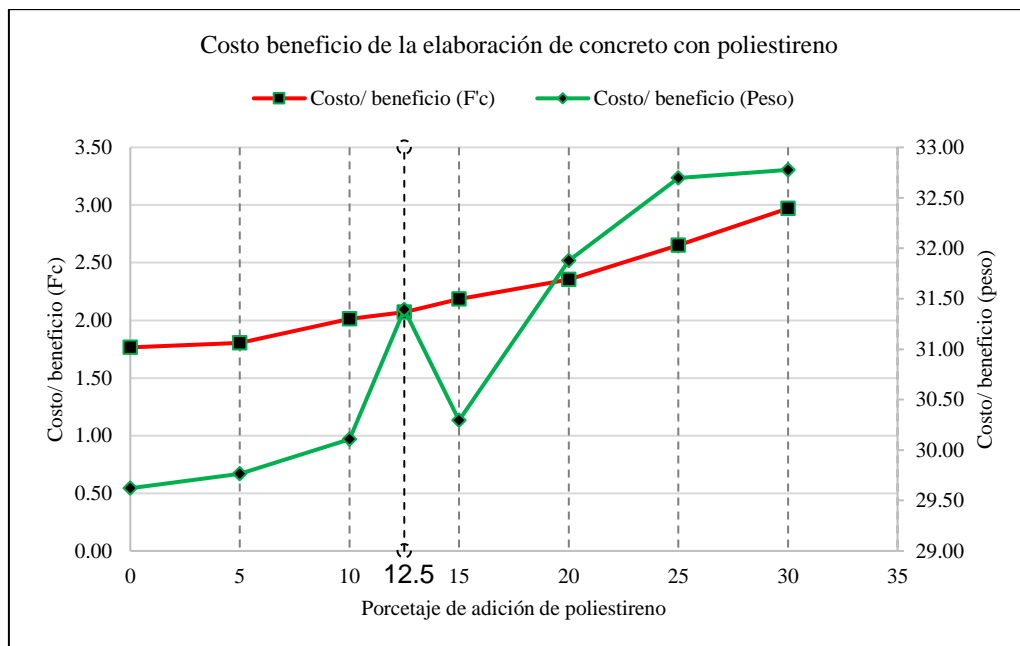
Tabla 34.

Datos técnicos y económicos del concreto con poliestireno

A los 28 días	Porcentaje de poliestireno (%)	Propiedades del concreto		Costo por 1 m ³ de concreto (S./)	Costo/ beneficio (Peso)	Costo/ beneficio (F'c)
		Peso (kg)	F'c (kg/cm ²)			
Diseño 1	0	12.46	209.00	368.99	29.62	1.77
Diseño 2	5	12.32	203.33	366.80	29.76	1.80
Diseño 3	10	12.11	181.27	364.61	30.11	2.01
Diseño adecuado	12.5	11.58	175.50	363.51	31.39	2.07
Diseño 4	15	11.96	165.87	362.42	30.29	2.18
Diseño 5	20	11.30	153.07	360.23	31.88	2.35
Diseño 6	25	10.95	135.07	358.04	32.70	2.65
Diseño 7	30	10.86	119.80	355.85	32.78	2.97

Figura 71.

Costo beneficio de la elaboración de concreto con poliestireno



5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Se ha diseñado una mezcla de concreto simple $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en condiciones tradicionales para tomarla como muestra control y modificarla con distintas dosis de poliestireno al 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% respecto al volumen de los agregados (fino y grueso).

Para plantear el diseño de mezcla del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, primero se determinaron las características de los componentes del concreto (Tabla 35). El agregado fino de la cantera Conchán, presenta características similares a los agregados de otros lugares como Iquitos (Barba y García, 2018) y Ayacucho (Ñaupá, 2018), pero difieren a los resultados encontrados por Rodríguez (2017), tal como, difieren los resultados del agregado grueso (Benavides y Simbana, 2018), no obstante las características del EPS utilizado por Barba y García (2018) son iguales a las perlas de poliestireno utilizadas en el diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para la ciudad de Chota (Tabla 36).

Tabla 35.

Resumen de características de los componentes para la elaboración de concreto con poliestireno, Chota

Descripción	Agregado grueso (AG)	Agregado fino (AF)	Poliestireno (EPS)	Cemento Portland Tipo I
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1345.33	1472.61		
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1480.49	1575.21		
Peso específico (kg/m ³)	2649.53	2495.14	10	3080
Tamaño Máximo Nominal	1"			
Módulo de fineza		2.28	3 a 7 mm	
Porcentaje de Absorción	0.51%	1.54%		
Porcentaje de Humedad	0.23%	0.33%		
Resistencia al desgaste	26.53%			

Tabla 36.

Características de los agregados en otras investigaciones

Autor/ Tipo de agregado	Módulo de finura/ TMN	Peso específico (gr/cm³)	Absorción (%)	Peso unitario suelto (kg/m³)	Peso unitario compactado (kg/m³)
Benavides y Simbana (2018)					
AG	¾"	2.59	1.95	1360	1450
AF	3.25	2.62	1.07	1590	1780
Barba y García (2018)					
AF	1.04	2.631	0.37	1409	1618
Poliestireno	6.00	0.017	0.00	11	11
Ñaupá (2018)					
AF	3.15	2.68	1.24	1528.65	1649.69
Rodríguez (2017)					
AF	2.420	2.580	1.304	4484.33	4996.67

La proporción de materiales para el diseño adecuado $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$: concreto con 12.50% de poliestireno (Tabla 37), difiere a la proporción dada por otros investigadores (Benavides y Simbana, 2018, Carvalho y Motta, 2019, Barba y García, 2018, Rodríguez, 2017). Esta diferencia se explica debido a que la resistencia esperada es distinta, es decir muchas de estas investigaciones han sido diseñadas para otro tipo de resistencias mayores, tal como el análisis de Benavides y Simbana (2018) para un concreto $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$ y el estudio de Carvalho y Motta (2019) para un concreto $f'c = 210$, mientras que otras investigaciones han tenido como finalidad no solo elaborar el concreto con poliestireno, sino con la dosificación adecuada del mismo, fabricar unidades de albañilería, utilizando además del poliestireno, cemento y arena, obviando el agregado grueso, y diseñando las proporciones para una resistencia esperada de 50 kg/cm^2 (Barba y García, 2018, Rodríguez, 2017), lo que genera la variabilidad de resultados. (Tabla 38)

Tabla 37.

Proporción de materiales para 1 m3 de concreto con 12.50% de poliestireno

Descripción	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua	Poliestireno
En volumen	8.68 bls	0.365 m3	0.304 m3	0.246 m3	0.06 kg
En Peso	368.79 kg	1125.10 kg	758.23 kg	245.75 kg	5.97 gr

Tabla 38.

Diseño de mezclas del concreto con poliestireno en otras investigaciones

Autor	Benavides y Simbana (2018)	Carvalho y Motta (2019)	Barba y García (2018)	Rodríguez (2017)		
Lugar	Quito, Ecuador	Brasil	Iquitos, Perú	Cajamarca, Perú		
Dosificaciones				1200 kg/m3	1400 kg/m3	1600 kg/m3
Diseño F'c	400 kg/cm2	210 kg/cm2	50 kg/cm2	50 kg/cm2	50 kg/cm2	50 kg/cm2
Cemento (kg)	422	500	244.44	390.532	383.838	379.69
Arena (kg)	826	1050	606.70	739.311	176.613	1150.46
Piedra (kg)	997	1210	6.33			
Agua (kg)	156	200	0.10	190.156	176.613	176.71
Aditivo kg		5.5	6.11			
Poliestireno	10, 20, 30, 50 y 100% del peso del cemento	CAP CAR CBP CBR	65, 60, 45, 40 respecto al AF	60.89 kg/m3	49.18 kg/m3	37.68 kg/m3

CAP (Total del AG con perlas de poliestireno)

CAR (Total del AG con poliestireno reciclado)

CBP (Total del AG y 17.7% del AF con perlas de poliestireno)

CBR (Tota del AG y 17.7% con poliestireno reciclado)

Se ha analizado el peso y resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% de poliestireno, respecto al volumen de los agregados; además, se ha evaluado el aislamiento térmico y acústico en tres estructuras a escala, elaboradas con la dosificación adecuada de concreto con poliestireno 12.50%.

El concreto con 12.50% de poliestireno respecto al volumen de los agregados, cumple con la resistencia a la compresión esperada 175.50 kg/cm² a los 28 días (Tabla 39), además los especímenes en todos los porcentajes de adición, tienen pesos (kg) menores a los alcanzados por otras investigaciones (Benavides y Simbana, 2018, Ñaupá, 2018, Rodríguez, 2017) descritas en la Tabla 40, no obstante, muchas de estos estudios (Benavides y Simbana, 2018, Carvalho y Motta, 2019) buscaban alcanzar resistencias superiores a las alcanzadas en el presente análisis, obteniendo resultados alentadores (Tabla 41), considerando que en el análisis de Carvalho y Motta (2019), a pesar de remplazar el total del agregado grueso y 17.7% del agregado fino por perlas de poliestireno, de una resistencia esperada $f'_c = 210$ kg/cm² obtienen como mayor resultado 153.67, así mismo con un remplazo parcial de hasta el 15% del agregado fino y grueso, en volumen, para el diseño $f'_c = 175$ kg/cm², en la ciudad de Chota, se obtiene una resistencia de 165.87%. Así mismo, los resultados de las resistencias a la compresión con adición de poliestireno del 5%, 10%, 15% y 20% en la elaboración de concreto ligero para la ciudad de Chota, son similares a los alcanzados por Heredia y Pérez (2018) para la ciudad de Nuevo Chimbote, pero difieren definitivamente con las investigaciones de Barba y García (2018), Ñaupá (2018) y Rodríguez (2017), debido a que éstas tan sólo esperaban obtener resistencias de 50 kg/cm², ya que, su finalidad era elaborar unidades de albañilería

mediante el uso de concreto con poliestireno, pero a pesar de que difieran en uso y resultados, sirven de referente para la factibilidad del empleo de concreto ligero en las construcciones de la ciudad de Chota.

Tabla 39.

Concreto $f'c=175$ kg/cm² con adición de poliestireno, Chota

Diseño	% de poliestireno	Peso (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)			% de $f'c=175$ kg/cm ²
			7 días	14 días	28 días	
Diseño 1	0%	12.46	166.07	184.77	209	119.43%
Diseño 2	5%	12.32	168.05	169.8	203.33	116.19%
Diseño 3	10%	12.11	146.73	162.43	181.27	103.58%
Diseño adecuado	12.50%	11.58	134.715	150.68	175.499	100.29%
Diseño 4	15%	11.96	122.7	138.93	165.87	94.78%
Diseño 5	20%	11.30	124	136.37	153.07	87.47%
Diseño 6	25%	10.95	110	111.07	135.07	77.18%
Diseño 7	30%	10.86	103.03	104.07	119.8	68.46%

Tabla 40.

Peso (gr) en estado endurecido del concreto con poliestireno en otras investigaciones

Autor / Poliestireno	Benavides y Simbana (2018)	Ñaupá (2018)	Rodríguez (2017)
Mezcla patrón	4000	2000	2200
10% de poliestireno	3772		
20% de poliestireno	3430		
30% de poliestireno	3325		
40% de poliestireno		1680	
50% de poliestireno	3220		
100% de poliestireno	3035		
1200 kg/m ³			1232.12
1400 kg/m ³			1432.08
1600 kg/m ³			1628.23

Tabla 41.

Resistencia a la compresión del concreto con poliestireno en otras investigaciones

Autor/ Poliestireno	Benavides y Simbana (2018)	Carvalho y Motta (2019)	Barba y García (2018)	Heredia y Pérez (2018)	Ñaupá (2018)	Rodríguez (2017)
Resistencia esperada	400	210	50	175	50	50
0%	466.72	236.17	175	216.04	175	75
5%				192.29		
10%	394.53			181.06		
15%				167.68	170.81	
20%	264.72			158.70		
25%					116.87	
30%	217.71		149	135.48		
35%					66.69	
40%			95		38.63	
45%			63			
50%	195.38					
60%			33			
65%			32			
100%	160.70					
CAP		153.67				
CBP		143.17				
CAR		131.34				
CBR		116.04				
1200 kg/m ³						35.84
1400 kg/m ³						41.15
1600 kg/m ³						61.75

Por último, respecto a las propiedades térmicas – acústicas el concreto con poliestireno consigue temperaturas más bajas hasta en 9.23 °C para la estructura 2 (Tabla 42), así mismo, cuando las temperaturas son menores a 20 °C, presenta temperatura mayores de hasta 6.10 °C para la estructura 2 y 12.30 °C para la estructura 3, valores que superan a los resultados de la estructura 1 (estructura sin poliestireno), demostrando los beneficios del poliestireno como aislante térmico, para las construcciones de la ciudad de Chota.

Tabla 42.

Variación de la temperatura (T) en las estructuras a escala

T ambiente 1 (°C)	Estructura 1 ambiente 2		Estructura 2 ambiente 2		Estructura 3 ambiente 2	
	T (°C)	Δ T (°C)	T (°C)	Δ T (°C)	T (°C)	Δ T (°C)
5	4.90	0.10	11.10	-6.10	17.30	-12.30
7	6.86	0.14	12.08	-5.08	17.30	-10.30
9	8.82	0.18	13.15	-4.15	17.48	-8.48
11	10.78	0.22	14.20	-3.20	17.62	-6.62
13	12.74	0.26	15.25	-2.25	17.76	-4.76
15	14.70	0.30	16.28	-1.28	17.87	-2.87
17	15.30	1.70	16.75	0.25	18.20	-1.20
19	17.60	1.40	17.90	1.10	18.20	0.80
21	20.10	0.90	19.20	1.80	18.30	2.70
23	22.40	0.60	20.35	2.65	18.30	4.70
25	24.50	0.50	21.55	3.45	18.60	6.40
27	25.20	1.80	21.95	5.05	18.70	8.30
29	28.20	0.80	23.65	5.35	19.10	9.90
31	30.03	0.97	24.61	6.39	19.20	11.80
33	31.96	1.04	25.58	7.42	19.20	13.80
35	33.90	1.10	26.60	8.40	19.30	15.70
37	35.84	1.16	27.77	9.23	19.70	17.30

Tabla 43.

Variación del sonido (Db) en las estructuras a escala

Sonido (Db) ambiente 1	Estructura 1 ambiente 2		Estructura 2 ambiente 2		Estructura 3 ambiente 2	
	Sonido (Db)	Δ sonido (Db)	Sonido (Db)	Δ sonido (Db)	Sonido (Db)	Δ sonido (Db)
20	13.50	6.50	9.35	10.65	5.20	14.80
25	14.30	10.70	10.20	14.80	6.10	18.90
30	24.10	5.90	17.15	12.85	10.20	19.80
35	26.80	8.20	19.95	15.05	13.10	21.90
40	31.25	8.75	22.53	17.48	13.80	26.20
45	35.70	9.30	25.60	19.40	15.50	29.50
50	41.90	8.10	30.90	19.10	19.90	30.10
55	47.00	8.00	33.60	21.40	20.20	34.80
60	52.10	7.90	41.20	18.80	30.30	29.70
65	57.36	7.64	45.72	19.28	34.08	30.93
70	62.63	7.37	50.13	19.87	37.63	32.37
75	67.10	7.90	54.04	20.96	40.99	34.01
80	72.30	7.70	58.51	21.49	44.71	35.29
85	76.37	8.63	62.75	22.25	49.14	35.86
90	80.43	9.57	67.08	22.92	53.73	36.27
95	84.90	10.10	71.61	23.39	58.32	36.68
100	88.55	11.45	74.53	25.47	60.50	39.50

Se ha comparado el costo de producción del concreto simple $f'c= 175$ kg/cm² adicionado poliestireno con respecto al concreto simple $f'c= 175$ kg/cm² tradicional (Diseño 1), para identificar el tipo de concreto que tiene mayores beneficios sociales.

El costo de 1 m³ de concreto con perlas de poliestireno en porcentajes de 10%, 20% y 30% es similar al estimado por Benavides y Simbana (2018), con una diferencia máxima de S/. 15.36, sin embargo, para Benavides y Simbana (2018) el precio del concreto se incrementa según el porcentaje de adición de poliestireno, esto se debe a que el porcentaje que los autores adicionan es respecto al peso del cemento, por tanto requieren mayor cantidad de poliestireno, en cambio, en la presente investigación el porcentaje de adición depende del volumen de los agregados (agregado fino y agregado grueso), por tanto, el porcentaje es menor y sustituye parcialmente a los mismos, además el costo del concreto sin poliestireno es mucho menor para Benavides y Simbana (2018), con S/. 305.07, mientras que el costo de 1 m³ de concreto tradicional en la ciudad de Chota, asciende a S/. 368.99, esto se debe al costo de los agregados que es mayor en la tierra de Acunta. (Tabla 44)

Otros autores como Ñaupá (2018) y Rodríguez (2017), han utilizado el concreto con poliestireno para la elaboración de unidades de albañilería, demostrando su factibilidad, para 1 m² de muro tradicional el costo estimado ha sido S/. 45.76 y S/. 55.63, respectivamente, mientras, que, al utilizar las unidades de albañilería fabricadas con concreto con poliestireno, los precios ascienden a S/. 36.05 y S/. 56.45 respectivamente, logrando una notable disminución del costo de construcción. (Tabla 45)

En resumen, es más rentable la producción de concreto con poliestireno, adicionado en porcentajes respecto al volumen de los agregados, en la ciudad de Chota. Donde, el porcentaje recomendable o diseño adecuado se logra con 12.50% de poliestireno.

Tabla 44.

Costo de 1 m3 de concreto con perlas de poliestireno, para construcciones de la ciudad de Chota

Diseño	Porcentaje de adición de poliestireno	Costo de 1 m3 de concreto con perlas de poliestireno (S./)	Variación respecto al concreto sin poliestireno (S./)
Diseño 1	0.0	368.99	0.00
Diseño 2	5.0	366.80	2.19
Diseño 3	10.0	364.61	4.38
Diseño adecuado	12.5	363.51	5.47
Diseño 4	15.0	362.42	6.57
Diseño 5	20.0	360.23	8.76
Diseño 6	25.0	358.04	10.95
Diseño 7	30.0	355.85	13.14

Tabla 45.

Costo de producción de concreto con poliestireno en otras investigaciones

Autor/ Poliestireno	Benavides y Simbana (2018)	Ñaupá (2018)	Rodríguez (2017)
Tipo de producción	1 m3 de concreto	Muro 1 m2	Muro 1 m2
Mezcla patrón	305.07	45.76	55.63
10% de poliestireno	370.45		
20% de poliestireno	370.83		
30% de poliestireno	371.21		
40% de poliestireno		36.05	
50% de poliestireno	371.97		
100% de poliestireno	373.86		
Densidad 1600 kg/m3			56.45

5.3. Contrastación de la hipótesis

El análisis estadístico de la varianza (ANOVA) se realizó mediante el software Minitab 19, con el fin de aceptar la hipótesis nula (H_0) o aceptar la hipótesis alternativa (H_1). Si el valor-p (probabilidad) es menor que el nivel de significancia (0.05) rechazamos H_0 , pero si el valor-p es mayor que el nivel de significancia aceptamos H_0 .

a) Resistencia a la compresión

El modelo estadístico que más se ajusta a los datos es el Modelo lineal general.

H_0 : No hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños.

H_1 : Si hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños.

Tabla 46

Datos de resistencia a la compresión para análisis estadístico ANOVA.

Diseño / Edad	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
0%	155.90	186.40	207.80	189.00
	175.20	183.70	197.80	235.80
	167.10	184.20	208.50	202.20
5%	168.05	181.90	185.70	206.20
	165.80	166.60	184.90	205.60
	170.30	160.90	195.20	198.20
10%	148.40	155.20	177.40	182.80
	148.00	165.50	182.50	171.30
	143.80	166.60	173.70	189.70
15%	127.10	139.20	156.90	158.30
	122.50	129.30	168.60	166.70
	118.50	148.30	134.50	172.60
20%	132.70	149.50	138.20	155.70
	122.20	123.90	152.40	148.80
	117.10	135.70	155.90	154.70
25%	100.80	106.90	128.70	130.10
	111.90	113.50	123.00	137.10
	117.30	112.80	120.00	138.00
30%	103.50	103.80	111.50	116.80
	103.20	103.30	114.60	115.80
	102.40	105.10	113.40	126.80

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 47

Análisis de varianza en software Minitab 19

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DISEÑO	6	67685	11280,8	152,21	0,000
EDAD	3	13306	4435,5	59,85	0,000
Error	74	5484	74,1		
Falta de ajuste	18	1495	83,1	1,17	0,319
Error puro	56	3989	71,2		
Total	83	86475			

Nota: (Elaboración propia, 2021)

En la tabla 47 el valor-p es 0.00 y es menor que el valor de significancia de 0.05, por tanto, rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alternativa (H1); entonces podemos aseverar si hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños y concluimos que no todas las medias son iguales ya que la resistencia a la compresión se ve afectada por los factores de diseño y edad.

Tabla 48

Resumen de modelo estadístico Minitab 19

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
8,60879	93,66%	92,89%	91,83%

Nota: (Elaboración propia, 2021)

En la tabla 48, R-cuadrado es igual a 93.89%, lo que nos indica una alta confiabilidad de los resultados obtenidos y que el modelo estadístico se ajusta a los datos, además podemos usar el modelo para hacer generalizaciones más allá de los datos de la muestra.

b) Temperatura

El modelo estadístico que más se ajusta a los datos es el modelo anova de un solo factor con un índice de confiabilidad del 95%, y las hipótesis que analizaremos son las siguientes:

Ho: Todas las medias son iguales.

H1: No todas las medias son iguales.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Tabla 49

Datos de temperatura en estructura 1 para análisis estadístico ANOVA.

ESTRUCTURA 1 (15 cm de grosor de muro)				
ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	TEMPERATURA	TIEMPO	TEMPERATURA	TIEMPO
	°C (Ambiente 01)	(min)	°C (Ambiente 02)	(min)
1	5	10	4.90	10
2	7	10	6.86	10
3	9	10	8.82	10
4	11	10	10.78	10
5	13	10	12.74	10
6	15	10	14.70	10
7	17	10	15.30	10
8	19	10	17.60	10
9	21	10	20.10	10
10	23	10	22.40	10
11	25	10	24.50	10
12	27	10	25.20	10
13	29	10	28.20	10
14	31	10	30.03	10
15	33	10	31.96	10
16	35	10	33.90	10
17	37	10	35.84	10

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 50

Análisis de varianza de datos de temperatura en estructura 1

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	5,10	5,105	0,05	0,822
Error	32	3158,41	98,700		
Total	33	3163,51			

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 51

Datos de temperatura en estructura 2 para análisis estadístico ANOVA.

ESTRUCTURA 2 (10 cm de grosor de muro)				
ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	TEMPERATURA °C (Ambiente 01)	TIEMPO (min)	TEMPERATURA °C (Ambiente 02)	TIEMPO (min)
1	5	10	11.10	10
2	7	10	12.08	10
3	9	10	13.15	10
4	11	10	14.20	10
5	13	10	15.25	10
6	15	10	16.28	10
7	17	10	16.75	10
8	19	10	17.90	10
9	21	10	19.20	10
10	23	10	20.35	10
11	25	10	21.55	10
12	27	10	21.95	10
13	29	10	23.65	10
14	31	10	24.61	10
15	33	10	25.58	10
16	35	10	26.60	10
17	37	10	27.77	10

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 52**Análisis de varianza de datos de temperatura en estructura 2**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	24,77	24,77	0,38	0,541
Error	32	2073,96	64,81		
Total	33	2098,73			

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 53**Datos de temperatura en estructura 3 para análisis estadístico ANOVA.**

ESTRUCTURA 3 (15 cm de grosor de muro)				
ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	TEMPERATURA °C (Ambiente 01)	TIEMPO (min)	TEMPERATURA °C (Ambiente 01)	TIEMPO (min)
1	5	10	17.30	10
2	7	10	17.30	10
3	9	10	17.48	10
4	11	10	17.62	10
5	13	10	17.76	10
6	15	10	17.87	10
7	17	10	18.20	10
8	19	10	18.20	10
9	21	10	18.30	10
10	23	10	18.30	10
11	25	10	18.60	10
12	27	10	18.70	10
13	29	10	19.10	10
14	31	10	19.20	10
15	33	10	19.20	10
16	35	10	19.30	10
17	37	10	19.70	10

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 54

Análisis de varianza de datos de temperatura en estructura 3

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	59,21	59,21	1,15	0,291
Error	32	1641,04	51,28		
Total	33	1700,25			

Nota: (Elaboración propia, 2021)

En las tablas 50, 52 y 54, el valor-p es mayor que el valor de significancia de 0.05, por tanto, aceptamos la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alternativa (H_1); entonces si hay diferencia significativa en las mediciones de temperatura entre cada estructura y concluimos que no todas las medias son iguales ya que la temperatura se ve afectada por el factor estructura y su espesor de la misma, entonces podemos concluir que la estructuras 2 y la estructura 3 con 12.50% de poliestireno regulan mejor la temperatura en el ambiente 2 en comparación con la estructura 1 con 0% de poliestireno.

El bajo valor R-Cuad. obtenido en todos los análisis respecto a la temperatura, indica una imprecisión por parte del modelo estadístico y esto se debe al pequeño tamaño de los grupos. Por tanto, se debe restringir usar el modelo para hacer generalizaciones más allá de los datos de la muestra.

c) Sonido

El modelo estadístico que más se ajusta a los datos es el modelo ANOVA de un solo factor con un índice de confiabilidad del 95%, y las hipótesis que analizaremos son las siguientes:

H_0 : Todas las medias son iguales.

H_1 : No todas las medias son iguales.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Tabla 55

Datos de sonido en estructura 1 para análisis estadístico ANOVA.

ESTRUCTURA 1 (15 cm de grosor de muro)					
ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2		
	SONIDO (Ambiente 01)	(Db)	TIEMPO (min)	SONIDO (Ambiente 02)	(Db) TIEMPO (min)
1	20		5	13.50	5
2	25		5	14.30	5
3	30		5	24.10	5
4	35		5	26.80	5
5	40		5	31.25	5
6	45		5	35.70	5
7	50		5	41.90	5
8	55		5	47.00	5
9	60		5	52.10	5
10	65		5	57.36	5
11	70		5	62.63	5
12	75		5	67.10	5
13	80		5	72.30	5
14	85		5	76.37	5
15	90		5	80.43	5
16	95		5	84.90	5
17	100		5	88.55	5
18	105		5	92.21	5
19	110		5	96.60	5
20	115		5	100.99	5
21	120		5	105.38	5
22	125		5	109.77	5
23	130		5	114.16	5

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 56

Análisis de varianza de datos de sonido en estructura 1

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	1146	1146	1,07	0,307
Error	44	47203	1073		
Total	45	48349			

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 57

Datos de sonido en estructura 2 para análisis estadístico ANOVA.

ESTRUCTURA 2 (10 cm de grosor de muro)				
ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	SONIDO (Db) (Ambiente 01)	TIEMPO (min)	SONIDO (Db) (Ambiente 02)	TIEMPO (min)
1	20	5	9.35	5
2	25	5	10.20	5
3	30	5	17.15	5
4	35	5	19.95	5
5	40	5	22.53	5
6	45	5	25.60	5
7	50	5	30.90	5
8	55	5	33.60	5
9	60	5	41.20	5
10	65	5	45.72	5
11	70	5	50.13	5
12	75	5	54.04	5
13	80	5	58.51	5
14	85	5	62.75	5
15	90	5	67.08	5
16	95	5	71.61	5
17	100	5	74.53	5
18	105	5	77.35	5
19	110	5	80.55	5
20	115	5	85.90	5
21	120	5	92.74	5
22	125	5	97.84	5
23	130	5	102.28	5

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 58

Análisis de varianza de datos de sonido en estructura 2

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	5294	5294,4	5,33	0,082
Error	44	43740	994,1		
Total	45	49034			

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 59

Datos de sonido en estructura 3 para análisis estadístico ANOVA.

ESTRUCTURA 3 (15 cm de grosor de muro)				
ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	SONIDO (Db)	TIEMPO	SONIDO (Db)	TIEMPO
	(Ambiente 01)	(min)	(Ambiente 02)	(min)
1	20	5	5.20	5
2	25	5	6.10	5
3	30	5	10.20	5
4	35	5	13.10	5
5	40	5	13.80	5
6	45	5	15.50	5
7	50	5	19.90	5
8	55	5	20.20	5
9	60	5	30.30	5
10	65	5	34.66	5
11	70	5	38.84	5
12	75	5	42.22	5
13	80	5	46.60	5
14	85	5	50.72	5
15	90	5	55.00	5
16	95	5	59.69	5
17	100	5	60.50	5
18	105	5	62.32	5
19	110	5	64.50	5
20	115	5	70.80	5
21	120	5	80.10	5
22	125	5	85.90	5
23	130	5	90.40	5

Nota: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 60.

Análisis de varianza de datos de sonido en estructura 3

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	12178	12177,9	13,12	0,061
Error	44	40838	928,1		
Total	45	53016			

Nota: (Elaboración propia, 2021)

En las tablas 56, 58 y 60, el valor-p es mayor que el valor de significancia de 0.05, por tanto, aceptamos la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alternativa (H_1); entonces si hay diferencia significativa en las mediciones de temperatura entre cada estructura y concluimos que no todas las medias son iguales ya que el sonido se ve afectada regularmente por el factor estructura y su espesor de la misma, entonces podemos concluir que la estructuras 2 y la estructura 3 con 12.50% de poliestireno regulan mejor el sonido en el ambiente 2 en comparación con la estructura 1 con 0% de poliestireno.

El valor R-Cuad. obtenido en todos los análisis de sonido sigue siendo bajo como paso con la temperatura, esto nos indica una imprecisión por parte del modelo estadístico y esto se debe al pequeño tamaño de los grupos. Por tanto, se debe restringir usar el modelo para hacer generalizaciones más allá de los datos de la muestra.

CONCLUSIONES

Al caracterizar el concreto simple $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ elaborado con distintas dosis de poliestireno en la ciudad de Chota, se concluyó:

- 1) El diseño de mezclas para 1 m³ de concreto simple $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ en condiciones tradicionales está conformado por 307.32 kg de cemento, 1071.53 kg de piedra chancada, 722.13 kg de arena y 204 lts de agua. Esta mezcla de concreto fue modificada al adicional poliestireno en porcentajes 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%, respecto al volumen de los agregados (fino y grueso), lo que generó que el asentamiento disminuya por lo que fue necesario agregar el 10% del total de agua para cumplir con las especificaciones del ACI para una mezcla plástica.
- 2) El peso y resistencia a la compresión de los especímenes de concreto disminuye según se incrementa el porcentaje de adición de poliestireno. El concreto patrón sin poliestireno alcanzó el 119.43% de la resistencia esperada, mientras que, al adicionar 5, 10, 15, 20, 25 y 30% de poliestireno, se obtiene el 116.19%, 103.58%, 94.78%, 87.47%, 77.18% y 66.46% del $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$; por tanto, el diseño adecuado se logra al adicionar 12.50% de poliestireno al concreto, debido a que se cumple con los estándares de calidad, con 175.50 kg/cm^2 de resistencia a la compresión.
- 3) Las estructuras a escala elaboradas con concreto con 12.50% de poliestireno: E2 ($e= 10 \text{ cm}$) y E3 (15 cm), alcanzan temperaturas y sonidos más bajos. Para E2 disminuye en 9.23 °C la temperatura y en 25.47 Db el sonido, mientras que para E3 disminuye en 17.30 °C la temperatura y en 39.50 Db el sonido, valores que superan a los resultados de la E1 (estructura sin poliestireno), demostrando los beneficios del poliestireno como aislante térmico y acústico, para las construcciones de la ciudad de Chota.

- 4) El costo de producción de 1m³ de concreto simple $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ sin poliestireno se estima en S/. 368.99, pero al adicionar 12.50% de poliestireno, se ahorra S/. 5.47, por tanto, es más rentable la producción de concreto con poliestireno, en la ciudad de Chota.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- 1) Se sugiere a los proyectistas, constructores y personas relacionadas al rubro de la construcción, tomar en cuenta los resultados presentados en la investigación y utilizar concreto con 12.50% de poliestireno para la construcción de sus muros portantes, losas u otras estructuras que requieran una resistencia a la compresión $f'_c = 175$ kg/cm².
- 2) Para realizar el diseño de mezcla, se recomienda seguir el procedimiento del método ACI, realizando la corrección de la cantidad de agregados por humedad y la corrección de la cantidad de agua cuando se incremente la dosificación de poliestireno a la mezcla.
- 3) Si se desea utilizar el concreto con poliestireno se recomienda que para estimar el costo de producción se incluya el saldo del flete en el cálculo total del costo de la cantidad de las perlas de poliestireno, debido a que este puede variar según el lugar de adquisición.
- 4) Se recomienda realizar investigaciones aplicativas, que utilicen los resultados de este estudio, para elaborar ladrillos para muro, ladrillos de techo, bloques o paneles de concreto con poliestireno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2014). *Tecnología del concreto: Teoría y problemas*. Editorial San Marcos de Aníbal Paredes Galván.
- Agudelo, A, Vega, A, Rodríguez, J, Varela, J. y Herrán, A. (2017). Rediseño de un proceso que permita el reciclaje del poliestireno expandido EPS. *Pontificia Universidad Javeriana, Cali*.
- ACI 211. (2002). Standard Practice for Selecting Normal, Heavy and Mass Weight Concrete Proportion. American Concrete Institute.
- Aramayo, G. y Buncuga V. (2003). *Hormigones con agregados livianos*.
- Asociación Nacional de Poliestireno Expandido. (s.f). El poliestireno Expandido y el medio ambiente. <https://afly.co/f3y4>
- Balvin, R, Barrios, L.K. y Canchari, J. (2019). *Fabricación de ladrillos ecológicos para la construcción utilizando poliestireno expandido granular biowall*. [Tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola].
- Barba, C. y García, V. (2018). *Estudio exploratorio en diseño de mezclas del concreto cemento-arena liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito san juan bautista, Iquitos 2018*. [Tesis de grado, Universidad Científica del Perú].
- Benavides, E.A. y Simbaña, A.B. (2018). *Diseño de hormigón de baja densidad y alta resistencia elaborado con poliestireno reciclado*. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador].
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa: Guía práctica*. Barcelona: CEAC.
- Boschi, C., Acosta, S. y Gonzales, A. (2005). *Determinación del coeficiente de aislación acústica de un muro construido con bloques de cemento rellenos con arena*. UTN.
- Bustamante, A. (2018). *Evaluación de la resistencia a compresión del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ empleando paja de Ichu en el distrito de Chota, Cajamarca – 2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29299>
- Carrillo, Y.O. y López, M. (2015). *Diseño de concreto estructural ligero adicionando desperdicios de las ladrilleras del distrito de Santa – 2015*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa].

- Castro, M, Sovero, A. y Simone, K. (2018). Resistencia a la compresión axial simple de bloques huecos de concreto elaborados con fibras de polipropileno. *Uandina*, 1(10): 389-395.
- Carvalho, C.H.R. y Motta, L. (2019). Estudio de concreto con poliestireno expandido reciclado. *Revista IBRACON de Estructuras e Materiais*, 12(6). DOI: <https://doi.org/10.1590/s1983-41952019000600010>
- Chan, J.L. y Carcaño R.S., Moreno, E.I. (2003). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. *Redalyc*, 10(1), 39-46.
- Chávez, V., Len, A. (2019). *Influencia del poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$* . [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejos].
- Centro de información técnica. (2011). Características y ventajas respecto al medio ambiente. <http://ecoplas.org.ar/pdf/38.pdf>.
- Chuquilin, J.A. (2018). *Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas, Trujillo 2018*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
- Dávalos, Y.R. (2015). *Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín].
- Dirección de Investigación. (2019). Concreto ligero estructural. <https://n9.cl/c0lge>
- De La Cruz, W.R. y Quispe, W.R. (2014). *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 de grado, Universidad Nacional de Huancavelica].
- Estuardo, A. (2012). *Estadística y probabilidades*. Universidad Católica de la Santísima Concepción de Chile.
- Figuroa, A.J. y Mesta, G. (2018). *Análisis de la resistencia a la abrasión del concreto con el uso de encofrado metálico en comparación al encofrado tradicional de madera*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Fundación Laboral de la Construcción. (2014). *Tecnología de la construcción técnica de aislamiento e impermeabilización*. Tornapunta Ediciones.
- Heredia, E. y Pérez, J. (2018). *Análisis y evaluación del concreto ligero como concreto estructural usando como adición controlada poliestireno expandido modificado*

- (meps) aplicado a una losa unidireccional para fines habitacionales. [Tesis de grado. Universidad Nacional del Santa].
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*, 6^a ed. McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Instituto Nacional de Vías. (2007). Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos. <https://n9.cl/pyw9>
- Instituto Nacional de Calidad. (2020). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. INACAL.
- INACAL. 2015. CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4a. Edición. INACAL.
- INACAL. 2018. CONCRETO. Método de ensayo volumétrico para determinar el contenido de aire del concreto fresco. 3^a Edición. INACAL.
- INACAL, 2015. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4^a Edición. INACAL.
- INACAL. 2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3a Edición. INACAL.
- INACAL. 2018. NTP 339.185. *Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total y evaporable de agregados por secado*, 2^a ed. INACAL.
- INACAL. 2018. NTP 400.012. *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*, 3^a ed. INACAL.
- López, G. A. 2009. *Concreto Simple*. Universidad del Cauca
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. MTC.
- Muciño, A. y Lozada, P.S.A. (2017). *Diseño de mezclas de concreto*. Universidad Nacional de México. <https://afly.co/f494>
- Municipalidad Provincial de Chota, MPCH. (2018). *Plan de desarrollo urbano – Chota, 2017 – 2027*. Chota, Cajamarca.
- Ñaupá, M. (2018). *Evaluación de la calidad y costo de bloques de cemento con perlitas de poliestireno como alternativa en muros de albañilería en viviendas*

- multifamiliares de la ciudad de Ayacucho*. [Tesis de grado, Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga].
- Navarro, N. (2015). *Influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón*. [Tesis de grado, Universidad de Cuenca].
- Palomo, M. (2017). *Aislantes térmicos. Criterios de selección por requisitos energéticos*. [Trabajo de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. http://oa.upm.es/47071/1/TFG_Palomo_Cano_Marta.pdf
- Rodríguez, H.E. (2017). *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Romero, A. y Hernández, J. (2014). *Diseño de mezclas de hormigón por el método A.C.I. y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomas].
- Sanchez, H. N. (2020). *Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² utilizando los aditivos Sika superplastificante Viscoflow 50 y Chema Plast con canteras de cerro y río - Cajamarca 2020*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/24204>
- Schmitt, H. (2009). *Tratado de construcción*. Gustavo Gili Barcelona.
- Serrano, P.F. (2018). *Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
- Sierra, J.A. (2014). *Análisis comparativo entre bloques de concreto tradicional y bloques de concreto alivianado con poliestireno*. [Tesis de grado, Universidad Internacional del Ecuador].
- Soto, M.L. (2012). *Materiales aislantes acústicos para muros*. [Tesis de grado, Universidad Técnica Particular de Loja].
- UNACEM. (2020). *Manual de Construcción*. UNACEM Construyendo oportunidades.
- Vásquez, H.A. (2018). *Resistencia del concreto de $f'c=210$ Kg/cm² con sustitución del agregado grueso por tecnopor en 10% y 15% - Huaraz*. [Tesis de grado, Universidad San Pedro].
- Vera, I.J. (2018). *Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta - Ate - Lima Este (2018)*. [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma].

Velásquez, M. (2015). *Materiales aislantes sostenibles*. [Tesis de grado. Universidad de Extremadura].

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de consistencia

Tesista: Carlos Angel Bustamante Bustamante

Título del Proyecto: Caracterización térmica y acústica del concreto simple ($f'c=175$ kg/cm²) elaborado con distintas dosis de poliestireno, Chota, 2020

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e instrumentos
<p>¿Cuál es la caracterización térmica y acústica del concreto simple ($f'c= 175$ kg/cm²) elaborado con distintas dosis de poliestireno, chota, 2020?</p>	<p>Objetivo general Determinar la caracterización térmica y acústica del concreto simple ($f'c= 175$ kg/cm²) elaborado con distintas dosis de poliestireno, chota, 2020.</p> <p>Objetivos específicos: Diseñar una mezcla de concreto simple $f'c= 175$ kg/cm² en condiciones tradicionales para tomarla como muestra control y modificarla con distintas dosis de poliestireno en los siguientes porcentajes 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%, respecto al volumen de los agregados (fino y grueso) con el fin que se evalué sus propiedades de este nuevo concreto en estado fresco.</p> <p>Determinar la influencia de la adición de poliestireno al concreto simple en su estado endurecido, con el fin de evaluar las propiedades del concreto en cuanto al peso, y resistencia a compresión</p> <p>Determinar la caracterización térmica y acústica, mediante ensayos a 3 estructuras a escala elaboradas con concreto simple $f'c= 175$ kg/cm² elaborado con poliestireno.</p> <p>Comparar el costo de producción del concreto simple $f'c= 175$ kg/cm² elaborado con distintas dosis de poliestireno con respecto al concreto simple $f'c= 175$ kg/cm² tradicional, para identificar qué tipo de concreto tiene mayores beneficios sociales.</p>	<p>Ho: El concreto simple ($f'c= 175$ kg/cm²) elaborado con distintas dosis de poliestireno, chota, 2020, presenta mejores características térmicas y acústicas.</p>	<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación • Recopilación documental. • Experimentación <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fotografías • Normas técnicas peruanas • Formatos de ensayo de laboratorio

Anexo N° 2. Panel fotográfico

Fotografía 1. Cuarteo de los agregados



Fotografía 2. Ensayo de peso unitario en los agregados



Fotografía 3. Granulometría de los agregados



Fotografía 4. Peso específico de las perlas de poliestireno



Fotografía 5. Elaboración de la mezcla de concreto con poliestireno



Fotografía 6. Determinación del Slump en la mezcla de concreto con poliestireno



Fotografía 7. Medición de la temperatura en la mezcla de concreto con poliestireno



Fotografía 8. Curado de especímenes



Fotografía 9. Especímenes con poliestireno



Fotografía 10. Ruptura de probetas cilíndricas a compresión



Fotografía 11. Proceso de elaboración de las estructuras termo- acústicos con poliestireno al 12.5%



Fotografía 12. Desencofrado de las estructuras a escala



Fotografía 13. Ensayos termo- acústicos



Fotografía 14. Registro de valores de los ensayos termo- acústicos



Anexo N° 3. Ficha técnica del cemento



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
 Calle La Colonia Nro 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
 Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
 Teléfono 317 - 0000



G-CC-F-04
 Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo, 23 de Febrero del 2018

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.1	Máximo 6.0
SO3	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.60	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3740	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	30.1 (307)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	36.9 (370)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	43.2 (441)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	158	Mínimo 45
Fraguado Final	min	272	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-01-2018 al 31-01-2018.
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Diciembre 2017.

(*) Requisito opcional.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado
 Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

Anexo N° 4. Análisis estadístico ANOVA

ANALISIS ESTADISTICO ANOVA DE LOS DATOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Modelo lineal general: Kg/cm² vs. DISEÑO; EDAD

Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
DISEÑO	Fijo	7	0,00%; 5,00%; 10,00%; 15,00%; 20,00%; 25,00%; 30,00%
EDAD	Fijo	4	14 días; 21 días; 28 días; 7 días

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DISEÑO	6	67685	11280,8	152,21	0,000
EDAD	3	13306	4435,5	59,85	0,000
Error	74	5484	74,1		
Falta de ajuste	18	1495	83,1	1,17	0,319
Error puro	56	3989	71,2		
Total	83	86475			

Resumen del modelo

	R-cuad.	R-cuad.
S	R-cuad. (ajustado)	(pred)
8,60879	93,66%	92,89% 91,83%

Coefficientes

Término	EE del		Valor T	Valor p	FIV
	Coef	coef.			
Constante	150,922	0,939	160,68	0,000	
DISEÑO					
0,00%	40,21	2,30	17,48	0,000	1,71
5,00%	31,52	2,30	13,70	0,000	1,71
10,00%	16,15	2,30	7,02	0,000	1,71
15,00%	-5,71	2,30	-2,48	0,015	1,71
20,00%	-10,36	2,30	-4,50	0,000	1,71
25,00%	-30,91	2,30	-13,44	0,000	1,71
EDAD					
14 días	-7,00	1,63	-4,30	0,000	1,50
21 días	7,71	1,63	4,74	0,000	1,50

28 días 15,85 1,63 9,74 0,000 1,50

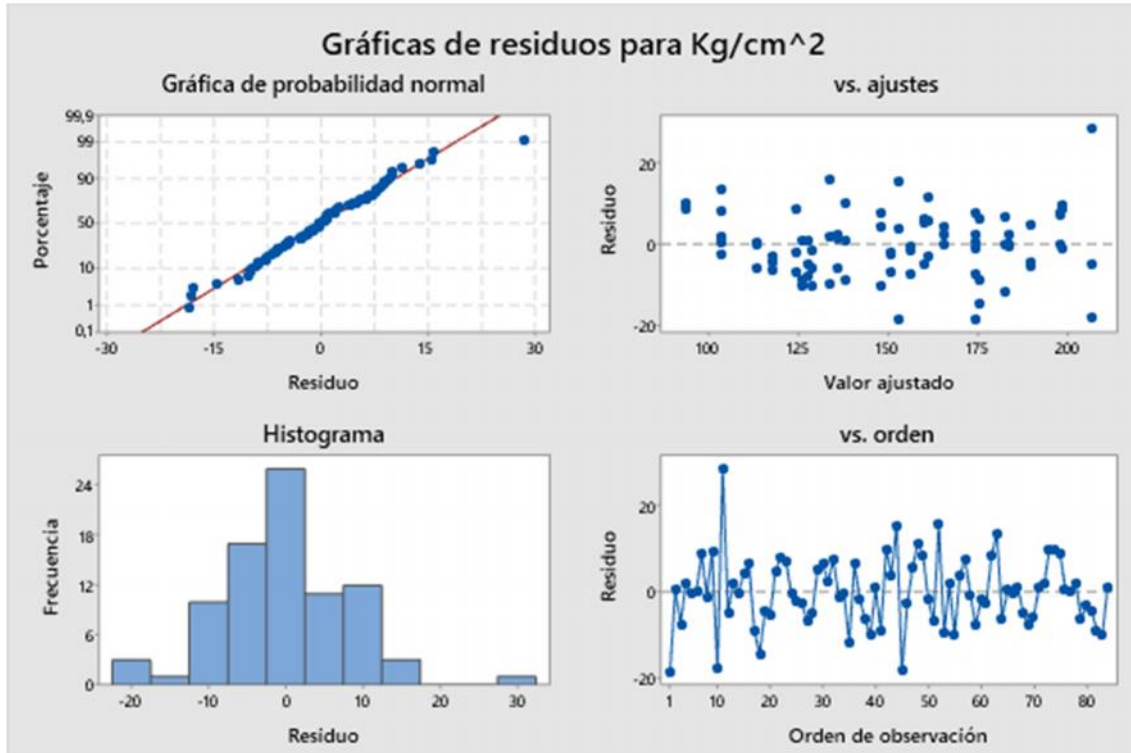
Ecuación de regresión

$$\begin{aligned} \text{Kg/cm}^2 = & 150,922 + 40,21 \text{ DISEÑO}_{0,00\%} + 31,52 \text{ DISEÑO}_{5,00\%} \\ & + 16,15 \text{ DISEÑO}_{10,00\%} \\ & - 5,71 \text{ DISEÑO}_{15,00\%} - 10,36 \text{ DISEÑO}_{20,00\%} - 30,91 \text{ DISEÑO}_{25,00\%} \\ & - 40,91 \text{ DISEÑO}_{30,00\%} - 7,00 \text{ EDAD}_{14 \text{ días}} + 7,71 \text{ EDAD}_{21 \text{ días}} \\ & + 15,85 \text{ EDAD}_{28 \text{ días}} \\ & - 16,55 \text{ EDAD}_{7 \text{ días}} \end{aligned}$$

Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes

Obs	Kg/cm^2	Ajuste	Resid	Resid est.
1	155,90	174,58	-18,68	-2,31 R
10	189,00	206,98	-17,98	-2,23 R
11	235,80	206,98	28,82	3,57 R
45	134,50	152,91	-18,41	-2,28 R

Residuo grande R



ANALISIS ESTADISTICO ANOVA DE LOS DATOS DE SONIDO

ANOVA de un solo factor: SONIDO (Ambiente 01); SONIDO - E1 (Ambiente 02)

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	= 0,05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor	2 SONIDO (Ambiente 01); SONIDO - E1 (Ambiente 02)
--------	---

Análisis de Varianza

		SC	MC		
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	1146	1146	1,07	0,307
Error	44	47203	1073		
Total	45	48349			

Resumen del modelo

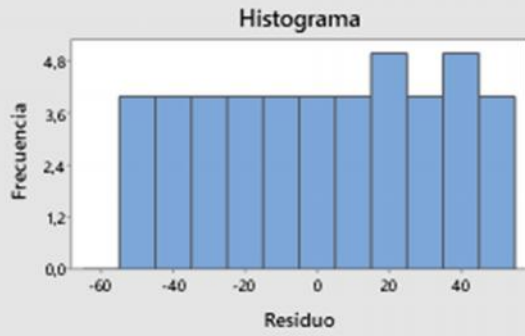
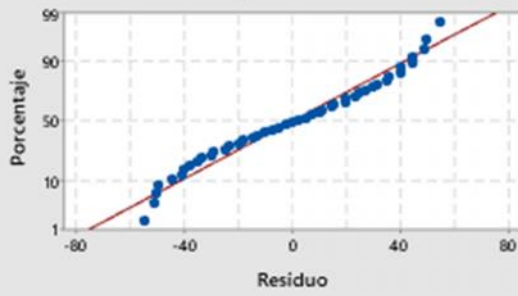
S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad.	R-cuad.
			(pred)
32,7535	2,37%	0,15%	0,00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
SONIDO (Ambiente 01)	23	75,00	33,91	(61,24; 88,76)
SONIDO - E1 (Ambiente 02)	23	65,02	31,55	(51,25; 78,78)

Desv.Est. agrupada = 32,7535

Gráficas de residuos para SONIDO (Ambi; SONIDO - E1 vs. ajustes



ANALISIS ESTADISTICO ANOVA DE LOS DATOS DE SONIDO

ANOVA de un solo factor: SONIDO (Ambiente 01); SONIDO - E2 (Ambiente 02)

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia = 0,05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 2 SONIDO (Ambiente 01); SONIDO - E2 (Ambiente 02)

Análisis de Varianza

		SC	MC		
Fuente	GL	Ajust.	Ajust. Valor F	Valor p	
Factor	1	5294	5294,4	5,33	0,082
Error	44	43740	994,1		
Total	45	49034			

Resumen del modelo

R-	R-cuad.	R-cuad.	
S	cuad. (ajustado)	(pred)	
31,5291	10,80%	8,77%	2,50%

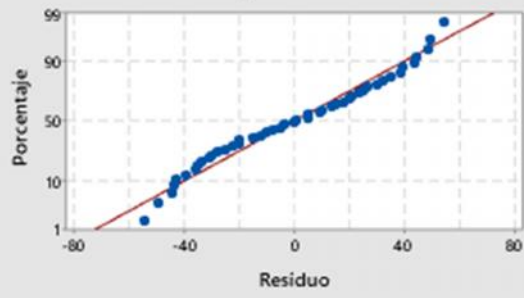
Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
SONIDO (Ambiente 01)	23	75,00	33,91	(61,75; 88,25)
SONIDO - E2 (Ambiente 02)	23	53,54	28,95	(40,29; 66,79)

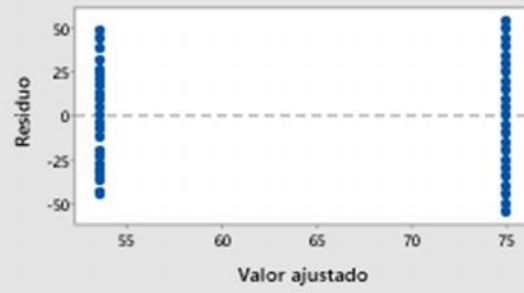
Desv.Est. agrupada = 31,5291

Gráficas de residuos para SONIDO (Ambi; SONIDO - E2

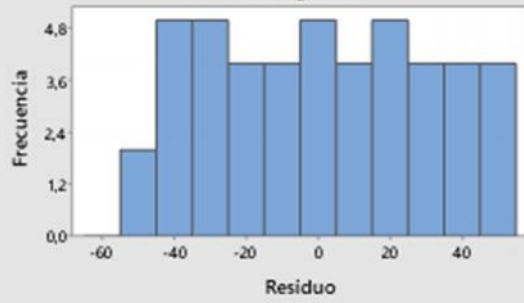
Gráfica de probabilidad normal



vs. ajustes



Histograma



ANALISIS ESTADISTICO ANOVA DE LOS DATOS DE SONIDO

ANOVA de un solo factor: SONIDO (Ambiente 01); SONIDO - E3 (Ambiente 02)

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia = 0,05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor	2 SONIDO (Ambiente 01); SONIDO - E3 (Ambiente 02)
--------	---

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC		MC	
		Ajust.	Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	12178	12177,9	13,12	0,061
Error	44	40838	928,1		
Total	45	53016			

Resumen del modelo

R- S	R-cuad. cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
30,4653	22,97%	15,81%

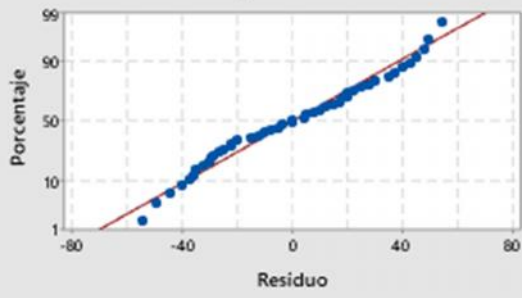
Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
SONIDO (Ambiente 01)	23	75,00	33,91	(62,20; 87,80)
SONIDO - E3 (Ambiente 02)	23	42,46	26,58	(29,66; 55,26)

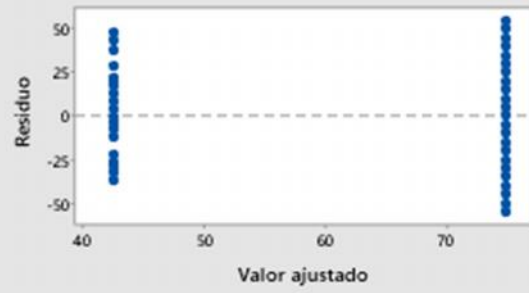
Desv.Est. agrupada = 30,4653

Gráficas de residuos para SONIDO (Ambi; SONIDO - E3

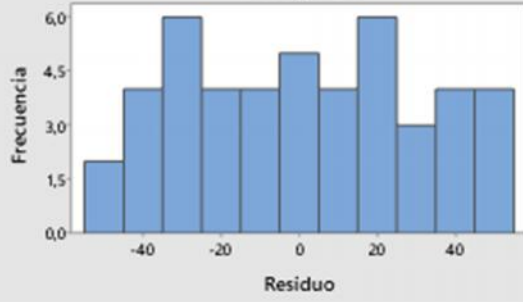
Gráfica de probabilidad normal



vs. ajustes



Histograma



ANALISIS ESTADISTICO ANOVA DE LOS DATOS DE TEMPERATURA

ANOVA de un solo factor: TEMPERATURA (Ambiente 01); TEMPERATURA - E1 (Ambiente 02)

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	= 0,05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor	2 TEMPERATURA (Ambiente 01); TEMPERATURA - E1 (Ambiente 02)
--------	---

Análisis de Varianza

		SC	MC		
Fuente	GL	Ajust.	Ajust. Valor F	Valor p	
Factor	1	5,10	5,105	0,05	0,822
Error	32	3158,41	98,700		
Total	33	3163,51			

Resumen del modelo

	R-	R-cuad.	R-cuad.
S	cuad. (ajustado)	(pred)	
9,93480	0,16%	0,00%	0,00%

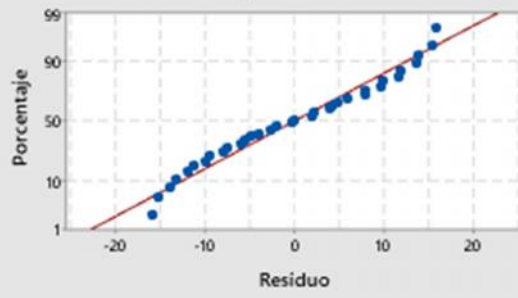
Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TEMPERATURA (Ambiente 01)	17	21,00	10,10	(16,09; 25,91)
TEMPERATURA - E1 (Ambiente 02)	17	20,23	9,77	(15,32; 25,13)

Desv.Est. agrupada = 9,93480

Gráficas de residuos para TEMPERATURA ; TEMPERATURA

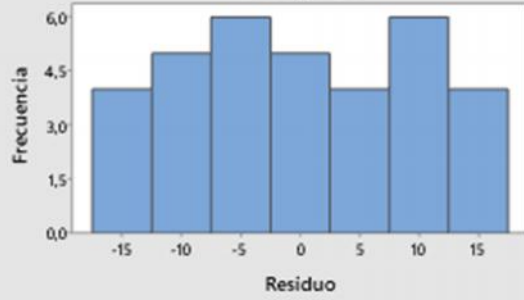
Gráfica de probabilidad normal



vs. ajustes



Histograma



ANALISIS ESTADISTICO ANOVA DE LOS DATOS DE TEMPERATURA

ANOVA de un solo factor: TEMPERATURA (Ambiente 01); TEMPERATURA - E2 (Ambiente 02)

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	= 0,05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor	2	TEMPERATURA (Ambiente 01); TEMPERATURA - E2 (Ambiente 02)
--------	---	---

Análisis de Varianza

		SC	MC		
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	24,77	24,77	0,38	0,541
Error	32	2073,96	64,81		
Total	33	2098,73			

Resumen del modelo

	R-	R-cuad.	R-cuad.
S	cuad. (ajustado)	(pred)	
8,05053	1,18%	0,00%	0,00%

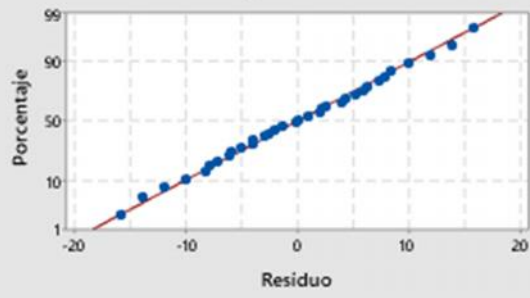
Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TEMPERATURA (Ambiente 01)	17	21,00	10,10	(17,02; 24,98)
TEMPERATURA - E2 (Ambiente 02)	17	19,29	5,26	(15,32; 23,27)

Desv.Est. agrupada = 8,05053

Gráficas de residuos para TEMPERATURA ; TEMPERATURA

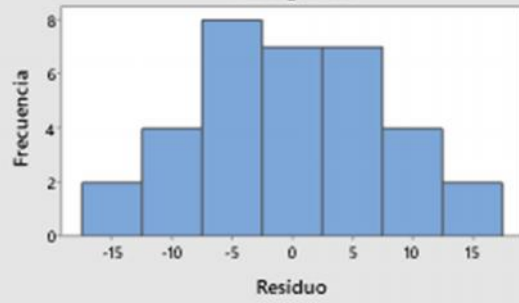
Gráfica de probabilidad normal



vs. ajustes



Histograma



ANALISIS ESTADISTICO ANOVA DE LOS DATOS DE TEMPERATURA

ANOVA de un solo factor: TEMPERATURA (Ambiente 01); TEMPERATURA - E3 (Ambiente 02)

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia = 0,05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor	2
--------	---

TEMPERATURA (Ambiente 01); TEMPERATURA - E3 (Ambiente 02)

Análisis de Varianza

		SC	MC		
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	59,21	59,21	1,15	0,291
Error	32	1641,04	51,28		
Total	33	1700,25			

Resumen del modelo

	R-	R-cuad.	R-cuad.
S	cuad. (ajustado)	(pred)	
7,16117	3,48%	0,47%	0,00%

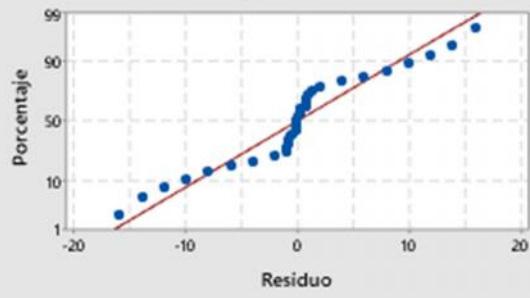
Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TEMPERATURA (Ambiente 01)	17	21,00	10,10	(17,46; 24,54)
TEMPERATURA - E3 (Ambiente 02)	17	18,361	0,752	(14,823; 21,898)

Desv.Est. agrupada = 7,16117

Gráficas de residuos para TEMPERATURA ; TEMPERATURA

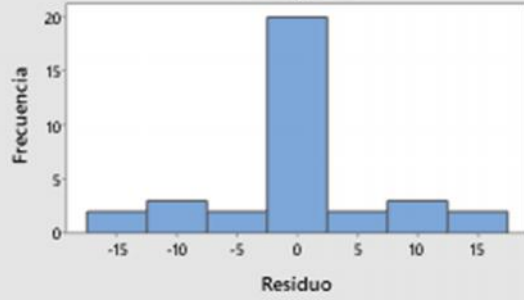
Gráfica de probabilidad normal



vs. ajustes



Histograma



Anexo N° 5. Resultados de los ensayos en agregados



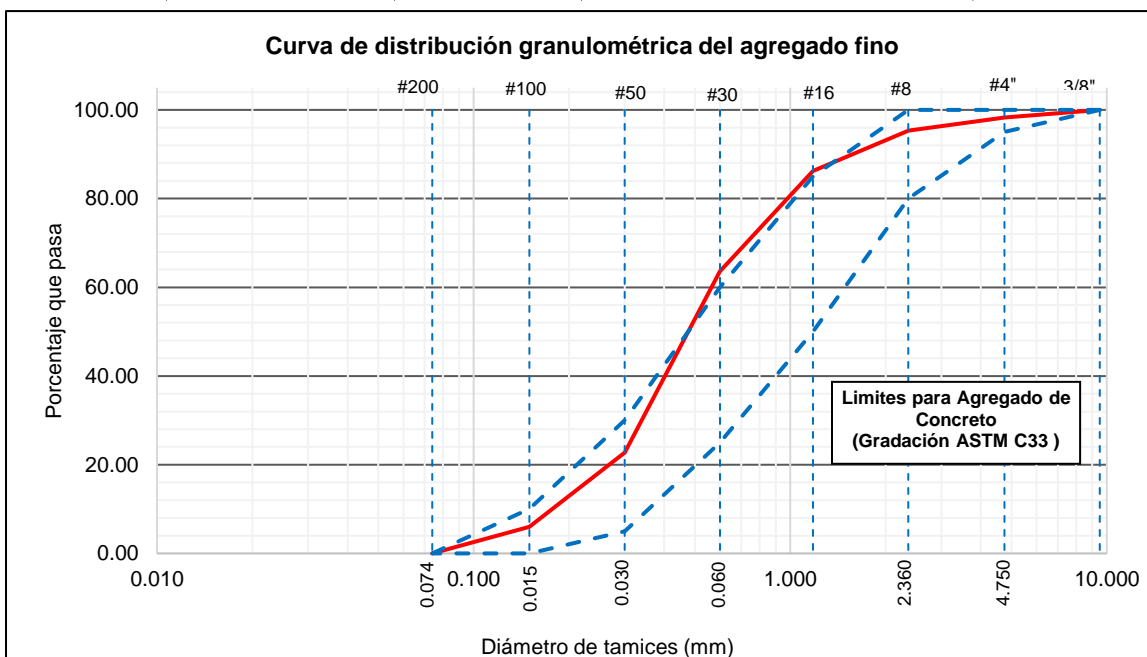
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO ASTM 136-93 NTP 400.012

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA CONCHAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-1
AGREGADO: ARENA **COLOR:** ANARANJADO

DATOS DE LA MUESTRA

Peso de la muestra	1000 gr	Pérdida de la muestra	0.04%
Tamaño máximo	# 4	Uso:	Agregado para concreto

	Tamiz		Peso retenido parcial (gr)	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa	
	N°	Abertura (mm)					
Tamizado usando peso seco fracción fina	ARENA GRUESA	3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	
		# 4	4.750	17.13	1.71	98.29	
		# 8	2.360	29.83	2.98	4.70	95.30
	ARENA MEDIA	# 16	1.180	90.93	9.10	13.79	86.21
		# 30	0.600	225.93	22.60	36.40	63.60
		# 50	0.300	408.53	40.87	77.27	22.73
	ARENA FINA	# 100	0.150	167.23	16.73	93.99	6.01
# 200		0.074	60.03	6.01	100.00	0.00	
Cazuela							
TOTAL			999.61	Modulo de finura MF=		2.279	





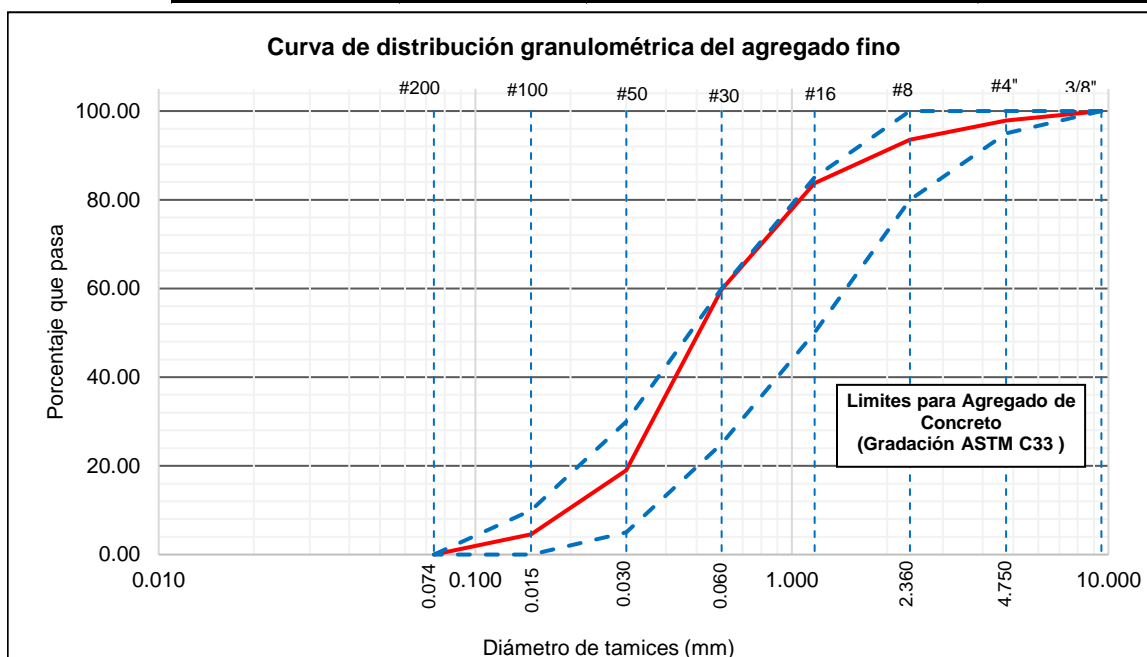
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO ASTM 136-93 NTP 400.012

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA CONCHAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-2
AGREGADO: ARENA **COLOR:** ANARANJADO

DATOS DE LA MUESTRA

Peso de la muestra	1000 gr	Pérdida de la muestra	0.19%
Tamaño máximo	# 4	Uso:	Agregado para concreto

	Tamiz		Peso retenido parcial (gr)	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa	
	N°	Abertura (mm)					
Tamizado usando peso seco fracción fina	ARENA GRUESA	3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	
		# 4	4.750	21.50	2.15	97.85	
		# 8	2.360	43.30	4.34	6.49	93.51
	ARENA MEDIA	# 16	1.180	97.70	9.79	16.28	83.72
		# 30	0.600	239.00	23.95	40.23	59.77
		# 50	0.300	407.10	40.79	81.01	18.99
	ARENA FINA	# 100	0.150	143.70	14.40	95.41	4.59
Cazuela		#200	0.074	45.80	4.59	100.00	0.00
TOTAL			998.1	Modulo de finura MF=		2.416	





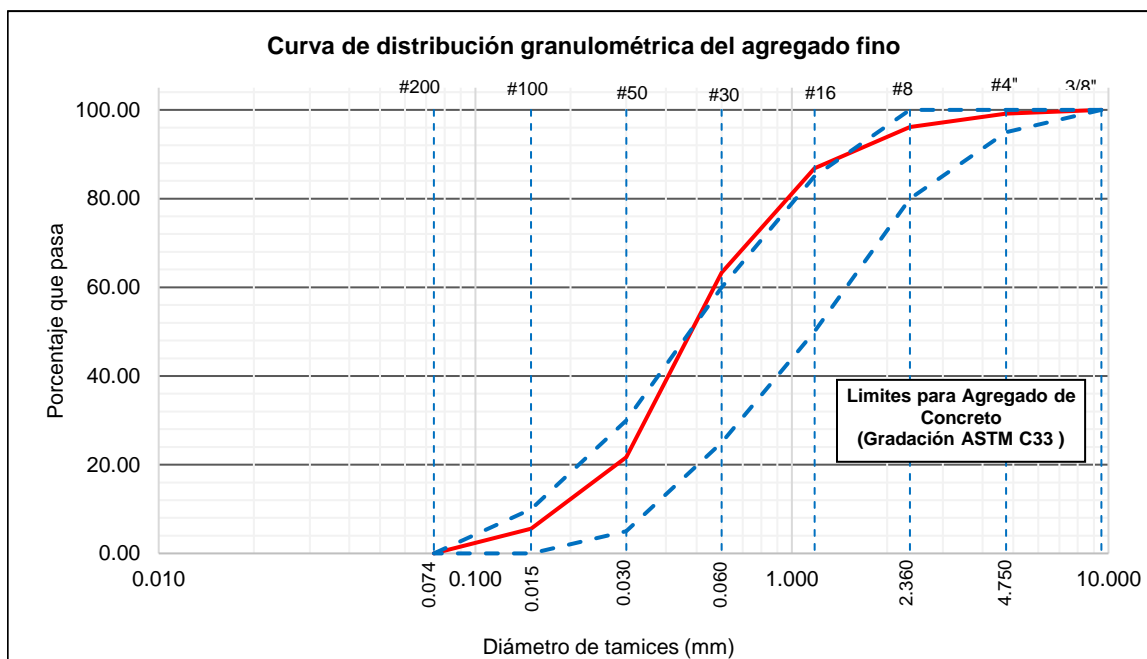
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO ASTM 136-93 NTP 400.012

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA CONCHAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-3
AGREGADO: ARENA **COLOR:** ANARANJADO

DATOS DE LA MUESTRA

Peso de la muestra	1000 gr	Pérdida de la muestra	0.10%
Tamaño máximo	# 4	Uso:	Agregado para concreto

	Tamiz		Peso retenido parcial (gr)	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa	
	N°	Abertura (mm)					
Tamizado usando peso seco fracción fina ARENA	GRUESA	3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	
		# 4	4.750	8.20	0.82	99.18	
		# 8	2.360	30.10	3.01	3.83	96.17
	MEDIA	# 16	1.180	93.20	9.33	13.16	86.84
		# 30	0.600	235.20	23.54	36.71	63.29
		# 50	0.300	415.60	41.60	78.31	21.69
	FINA	# 100	0.150	161.20	16.14	94.44	5.56
#200		0.074	55.50	5.56	100.00	0.00	
Cazuela							
TOTAL			999	Modulo de finura MF=		2.273	





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL CONCRETO SIMPLE
(F'c=175 kg/cm²) ELABORADO CON DISTINTAS DOSIS DE POLIESTIRENO,
CHOTA, 2020



**CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ #200
(NTP 400.018)**

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA CONCHAN
CALICATA N°: C-1 MUESTRA: M-1
AGREGADO: ARENA COLOR: ANARANJADO

ENSAYO	1°	2°	3°
Peso de tara (gr)	102.10	103.70	202.10
Peso de tara + muestra (gr)	1102.10	1103.70	1202.10
Peso seco de la muestra inicial (gr)	1000.00	1000.00	1000.00
Peso de tara + muestra lavada seca (gr)	1053.90	1064.50	1153.30
Peso seco de muestra ensayada (gr)	951.80	960.80	951.20
Material que pasa la malla # 200 (gr)	48.20	39.20	48.80
Porcentaje que pasa la malla # 200	4.82%	3.92%	4.88%
Promedio (%)	4.54%		

Ingeniero especialista

Tesisista

Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL CONCRETO SIMPLE
(F'c=175 kg/cm²) ELABORADO CON DISTINTAS DOSIS DE
POLIESTIRENO, CHOTA, 2020



**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
(NTP 400.022)**

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA CONCHAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-1
AGREGADO: ARENA **COLOR:** ANARANJADO

ITEM	ENSAYO	1°	2°	3°
	Peso de la fiola (500 ml)	183.70	183.70	183.70
	Peso de la tara (gr)	239.60	214.90	253.50
	Peso final de la muestra + tara (gr)	733.80	707.30	746.10
A	Peso de la muestra seca en el horno	494.20	492.40	492.60
B	Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (gr)	680.20	680.20	680.20
C	Peso de la fiola con la muestra y agua hasta la marca de calibración (gr)	986.30	983.10	985.50
S	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.00	500.00	500.00
	Densidad del agua (gr/cm ³)	0.999	0.999	0.999
Pem	Densidad específica de masa (gr/cm ³)	2.55	2.50	2.53
PeSSS	Densidad saturada superficialmente seca (gr/cm ³)	2.58	2.53	2.57
Pea	Densidad aparente (gr/cm ³)	2.62	2.60	2.63
Ab	Absorción (%)	1.17%	1.54%	1.50%
Pem	Densidad específica de masa promedio (gr/cm³)	2.50		
PeSSS	Densidad saturada superficialmente seca promedio (gr/cm³)	2.53		
Pea	Densidad aparente promedio (gr/cm³)	2.596		
Ab	Absorción promedio (%)	1.54%		



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL CONCRETO SIMPLE
(F'c=175 kg/cm²) ELABORADO CON DISTINTAS DOSIS DE
POLIESTIRENO, CHOTA, 2020



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO
(NTP 400.017)**

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA CONCHAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-1
AGREGADO: ARENA **COLOR:** ANARANJADO

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

ÍTEM	ENSAYO	1°	2°	3°
A	Peso del recipiente (Kg)	1.657	1.657	1.657
B	Peso del recipiente + muestra (Kg)	5.858	5.849	5.845
C	Volumen del molde (m ³)	0.0028	0.0028	0.0028
D	Peso de la muestra (Kg)	4.201	4.1917	4.1885
	Peso unitario suelto del agregado (Kg/m³)	1475.26	1471.85	1470.73
	Peso unitario suelto promedio (Kg/m³)	1472.61		

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

ÍTEM	ENSAYO	1°	2°	3°
A	Peso del recipiente (Kg)	1.6569	1.6569	1.6569
B	Peso del recipiente + muestra (Kg)	6.1339	6.1436	6.15
C	Volumen del molde (m ³)	0.0028	0.0028	0.0028
D	Peso de la muestra (Kg)	4.477	4.4867	4.49
	Peso unitario compactado del agregado (Kg/m³)	1572.03	1575.43	1578.17
	Peso unitario compactado promedio (Kg/m³)	1575.21		

Ingeniero especialista

Tesisista

Asesor



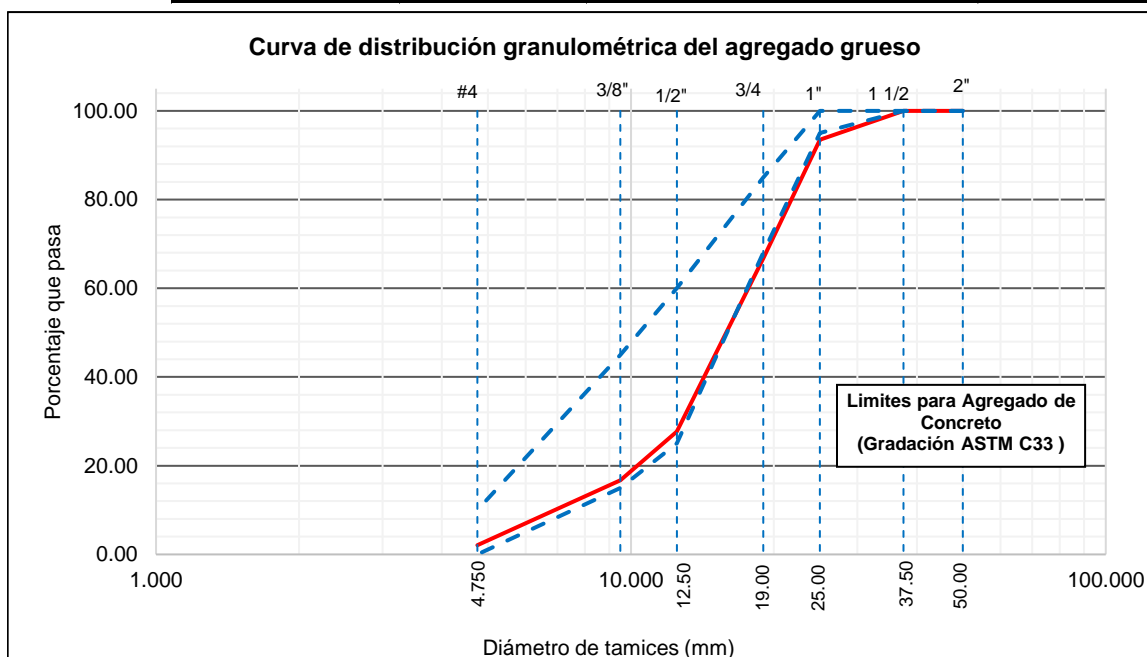
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO ASTM 136-93 NTP 400.012

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA SAN JUAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-1
AGREGADO: PIEDRA CHANCADA **COLOR:** GRIS

DATOS DE LA MUESTRA

Peso de la muestra	11000 gr	Pérdida de la muestra	0.02%
Tamaño máximo	1"	Uso:	Agregado para concreto

	Tamiz		Peso retenido parcial (gr)	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa	
	N°	Abertura (mm)					
Tamizado usando peso seco fracción gruesa	GRUESA	2"	50.000	0.00	0.00	100.00	
		1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00	
	MEDIA	1"	25.000	715.90	6.51	6.51	93.49
		3/4"	19.000	2942.50	26.75	33.26	66.74
	FINA	1/2"	12.500	4295.80	39.06	72.32	27.68
		3/8"	9.500	1201.70	10.93	83.25	16.75
		#4	4.750	1613.60	14.67	97.92	2.08
	Fondo			228.50	2.08	100.00	0.00
	TOTAL			10998	Modulo de finura MF=		7.144





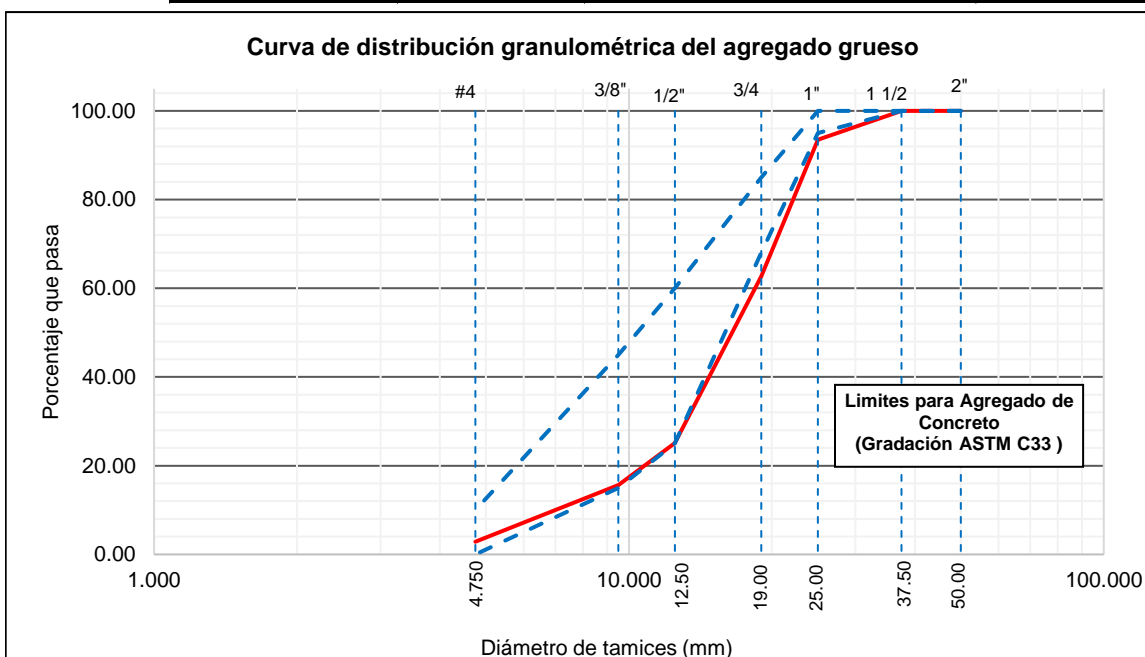
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO ASTM 136-93 NTP 400.012

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA SAN JUAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-2
AGREGADO: PIEDRA CHANCADA **COLOR:** GRIS

DATOS DE LA MUESTRA

Peso de la muestra	11000 gr	Pérdida de la muestra	0.03%
Tamaño máximo	1"	Uso:	Agregado para concreto

	Tamiz		Peso retenido parcial (gr)	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa	
	N°	Abertura (mm)					
Tamizado usando peso seco fracción gruesa	GRUESA	2"	50.000	0.00	0.00	100.00	
		1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00	
	MEDIA	1"	25.000	718.10	6.53	6.53	93.47
		3/4"	19.000	3381.50	30.75	37.28	62.72
	FINA	1/2"	12.500	4141.00	37.66	74.94	25.06
		3/8"	9.500	1037.30	9.43	84.37	15.63
		#4	4.750	1404.10	12.77	97.14	2.86
	Fondo			314.60	2.86	100.00	0.00
	TOTAL			10996.6	Modulo de finura MF=		7.188





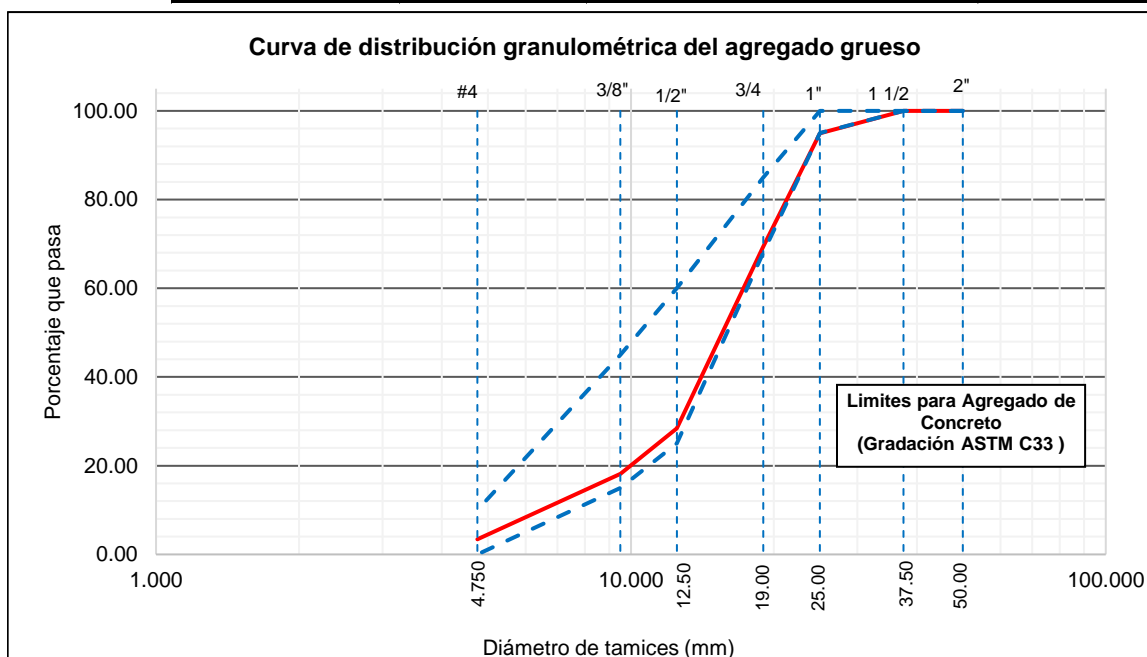
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO ASTM 136-93 NTP 400.012

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA SAN JUAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-3
AGREGADO: PIEDRA CHANCADA **COLOR:** GRIS

DATOS DE LA MUESTRA

Peso de la muestra	11000 gr	Pérdida de la muestra	0.08%
Tamaño máximo	1"	Uso:	Agregado para concreto

	Tamiz		Peso retenido parcial (gr)	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa	
	N°	Abertura (mm)					
Tamizado usando peso seco fracción gruesa	GRUESA	2"	50.000	0.00	0.00	100.00	
		1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00	
	MEDIA	1"	25.000	556.50	5.06	5.06	94.94
		3/4"	19.000	2803.80	25.51	30.57	69.43
	FINA	1/2"	12.500	4507.70	41.01	71.58	28.42
		3/8"	9.500	1129.60	10.28	81.86	18.14
		#4	4.750	1619.30	14.73	96.59	3.41
	Fondo			374.60	3.41	100.00	0.00
	TOTAL			10991.5	Modulo de finura MF=		7.090





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL CONCRETO SIMPLE
(F'c=175 kg/cm²) ELABORADO CON DISTINTAS DOSIS DE
POLIESTIRENO, CHOTA, 2020



**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
(NTP 400.021)**

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA SAN JUAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-1
AGREGADO: PIEDRA CHANCADA **COLOR:** GRIS

ITEM	ENSAYO	1°	2°	3°
	Peso del recipiente (gr)	295.00	264.00	263.50
	Peso de la muestra inicial + recipiente (gr)	5295.00	5264.10	5263.50
	Peso de la muestra con superficie seca + recipiente (gr)	5323.10	5289.40	5285.40
	Peso final de la muestra muestra + recipiente (gr)	5277.70	5248.20	5249.00
A	Peso de la muestra seca en el aire (gr)	5000.00	5000.10	5000.00
B	Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr)	5028.10	5025.40	5021.90
C	Peso en el agua de la muestra saturada (gr)	3143.30	3140.70	3139.60
	Densidad del agua (gr/cm ³)	0.999	0.999	0.999
Pem	Densidad específica de masa (gr/cm ³)	2.65	2.65	2.65
PeSSS	Densidad saturada superficialmente seca (gr/cm ³)	2.67	2.66	2.67
Pea	Densidad aparente (gr/cm ³)	2.69	2.69	2.68
Ab	Absorción (%)	0.56%	0.51%	0.44%
Pem	Densidad específica de masa promedio (gr/cm ³)	2.65		
PeSSS	Densidad saturada superficialmente seca promedio (gr/cm ³)	2.66		
Pea	Densidad aparente promedio (gr/cm ³)	2.69		
Ab	Absorción promedio (%)	0.51%		



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL CONCRETO SIMPLE
(F'c=175 kg/cm²) ELABORADO CON DISTINTAS DOSIS DE
POLIESTIRENO, CHOTA, 2020



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO
(NTP 400.017)**

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA SAN JUAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-1
AGREGADO: PIEDRA CHANCADA **COLOR:** GRIS

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

ÍTEM	ENSAYO	1°	2°	3°
A	Peso del recipiente (Kg)	4.729	4.729	4.729
B	Peso del recipiente + muestra (Kg)	17.400	17.270	17.340
C	Volumen del molde (m ³)	0.0094	0.0094	0.0094
D	Peso de la muestra (Kg)	12.671	12.5412	12.6112
	Peso unitario suelto del agregado (Kg/m³)	1352.09	1338.22	1345.69
	Peso unitario suelto promedio (Kg/m³)	1345.33		

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

ÍTEM	ENSAYO	1°	2°	3°
A	Peso del recipiente (Kg)	4.7288	4.7288	4.7288
B	Peso del recipiente + muestra (Kg)	18.58	18.62	18.61
C	Volumen del molde (m ³)	0.0094	0.0094	0.0094
D	Peso de la muestra (Kg)	13.8512	13.8912	13.88
	Peso unitario compactado del agregado (Kg/m³)	1478.00	1482.27	1481.20
	Peso unitario compactado promedio (Kg/m³)	1480.49		

Ingeniero especialista

Tesisista

Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL CONCRETO SIMPLE
(F'c=175 kg/cm²) ELABORADO CON DISTINTAS DOSIS DE
POLIESTIRENO, CHOTA, 2020



**ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO
(NTP 400.019)**

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
UBICACIÓN: CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA
CANTERA: CANTERA SAN JUAN
CALICATA N°: C-1 **MUESTRA:** M-1
AGREGADO: PIEDRA CHANCADA **COLOR:** GRIS

DATOS DEL ENSAYO			
Descripción	GRADACIÓN Y PESOS DE LA MUESTRA (g)		
	1	2	3
Muestra			
Peso del recipiente + muestra de 1" (gr)	1545.8	1545.3	1520.5
Peso del recipiente + muestra de 3/4" (gr)	1544.1	1548.5	1517.2
Peso del recipiente + muestra de 1/2" (gr)	1548.2	1545.6	1516.2
Peso del recipiente + muestra de 3/8" (gr)	1544.8	1544	1514.2

RESULTADOS OBTENIDOS			
Peso del recipiente (gr)	293.8	293.5	264.3
Peso del recipiente + muestra inicial (Después del secado)	5301.5	5302.9	5275.2
Peso total (gr)	5007.7	5009.4	5010.9
Peso de muestra seca que no pasa el tamiz #12 después del lavado + recipiente	3960.75	3976	3956.4
Peso después del ensayo (gr)	3666.95	3682.5	3692.1
Peso perdido (gr)	1340.75	1326.9	1318.8
N° de esferas	12	12	12
N° de revoluciones (rpm)	1000	1000	1000
Peso de las esferas (gr)	5009	5009	5009
Porcentaje de desgaste (%)	26.77%	26.49%	26.32%
PROMEDIO (%)	26.53%		

Anexo N° 6. Diseño de mezclas



**DISEÑO DE MEZCLAS
 USANDO EL MÉTODO ACI**

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
 CANTERA DE AGREGADO FINO: CANTERA CONCHÁN
 CANTERA DE AGREGADO GRUESO: CANTERA SAN JUAN

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO	
Resistencia a la compresión especificada del concreto ($f'c$)=	175 kg/cm ²
Desviación estándar (σ)=	70 kg/cm ²
Resistencia promedio a la compresión del concreto ($f'cr$)=	245 kg/cm ²

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m ³):	2495.14	Tamaño máximo nominal (pulg):	1"
Absorción (%):	1.54%	Peso específico (kg/n ³):	2649.53
Contenido de humedad (%):	0.33%	Peso unitario compactado (kg/m ³):	1480.49
Módulo de finura (%):	2.28	Absorción (%):	0.51%
		Contenido de humedad (%):	0.23%
AGUA		CEMENTO	
Peso específico (kg/m ³)	998.77	Tipo de cemento Portland a usar:	Tipo I
		Densidad (kg/m ³)	3080

DISEÑO DE MEZCLA		
Selección del asentamiento:	Tipo de consistencia:	Plástica
	Asentamiento:	1" a 4"
Tipo de concreto a diseñar:	Concreto sin aire incorporado	
Volumen unitario de agua:	193 lt/m ³	
Contenido de aire total:	1.50%	
Relación Agua/ Cemento	0.628	
Factor cemento:	Factor cemento=	307.32 kg/m ³
	Factor cemento=	7.23 bolsas/m ³
Peso del agregado grueso	Peso A.G.	1069.12 kg
Cálculo de los volúmenes absolutos de los elementos de la Pasta:	Cemento:	0.100 m ³
	Agua:	0.193 m ³
	Aire:	0.015 m ³
	AG	0.404 m ³
	Suma de volúmenes:	0.712 m ³
	A.F.	0.288 m ³
Peso del agregado fino	Peso A.F.	719.77 kg
Presentación del diseño en estado seco	Cemento:	307.32 m ³
	AF	719.77 m ³
	AG	1069.12 m ³
	Agua	193.00 m ³
Corrección por humedad de los agregados	Agregado fino	722.13 kg
	Agregado grueso	1071.53 kg
Aporte de agua a la mezcla	Agregado fino	-8.78 m ³
	Agregado grueso	-3.01 m ³
Agua efectiva	Agua	204.79 lts
Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados como valores de diseño por m ³	Cemento:	307.32 kg/m ³
	Agua de diseño:	204.79 lt/m ³
	Agregado fino seco:	722.13 kg/m ³
	Agregado grueso seco:	1071.53 kg/m ³
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de una bolsa de cemento	Cemento:	42.50 kg/bolsa
	Agua de diseño:	28.32 lt/bolsa
	Agregado fino seco:	99.86 kg/bolsa
	Agregado grueso seco:	148.18 kg/bolsa
Proporción en peso de los materiales sin ser corregido por humedad del agregado	Cemento:	1.000 bolsa
	Agregado fino seco:	2.350 Lata
	Agregado grueso seco:	3.487 Lata
	Agua de diseño:	28.32 lt/bolsa

Anexo N° 7. Resultados de ensayos en el concreto



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL CONCRETO SIMPLE ($F'c=175 \text{ kg/cm}^2$)
ELABORADO CON DISTINTAS DOSIS DE POLIESTIRENO, CHOTA, 2020



PROPIEDADES EN ESTADO NO ENDURECIDO
(NTP 339.035 - NTP 339.033 - NTP 339.081)

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
CANTERA DE AGREGADO FINO: CONCHAN
CANTERA DE AGREGADO GRUESO: SAN JUAN
RESISTENCIA ESPERADA: 175 kg/cm²

Identificación	Elaboración		Slump (plg)	Temperatura (°C)	Peso unitario (kg)		Contenido de aire	Agua añadida (kg)
	Fecha	Hora			PM	PM+C°		
0% De poliestireno	30/10/2019	9:00 a. m.	3.25 "	20.8 °C	3.90	20.36	2.5%	-
0% De poliestireno	30/10/2019	9:00 a. m.	3.25 "	20.0 °C	3.90	20.36	2.5%	-
5% De poliestireno	18/11/2019	10:00 a. m.	3"	19.9 °C	3.89	20.10	2.5%	0.25
5% De poliestireno	19/11/2019	10:00 a. m.	3"	20.0 °C	3.89	20.10	2.5%	0.25
10% De poliestireno	22/11/2019	10:00 a. m.	3"	19.5 °C	3.89	19.75	2.5%	0.35
10% De poliestireno	25/11/2019	10:00 a. m.	3.25"	19.75 °C	3.89	19.75	2.5%	0.35
15% De poliestireno	29/11/2019	10:00 a. m.	3.25"	19.2 °C	3.89	19.40	2.5%	0.50
15% De poliestireno	29/11/2019	10:30 a. m.	3"	19.9 °C	3.89	19.54	2.5%	0.50
20% De poliestireno	2/12/2019	10:00 a. m.	3.25"	20.0 °C	3.90	19.00	2.5%	0.65
20% De poliestireno	2/12/2019	10:30 a. m.	3.25"	19.5 °C	3.90	19.00	2.5%	0.65
25% De poliestireno	4/12/2019	10:00 a. m.	3.50 "	18.1 °C	3.90	18.23	2.5%	0.80
25% De poliestireno	6/12/2019	10:00 a. m.	4 "	17.6 °C	3.90	18.23	3.1%	0.75
30% De poliestireno	9/12/2019	10:00 a. m.	3.25 "	19.8 °C	3.90	18.20	2.1%	1.39
30% De poliestireno	9/12/2019	10:30 a. m.	3.25 "	21.3 °C	3.90	17.93	2.5%	1.40

Ingeniero especialista

Teñista

Asesor



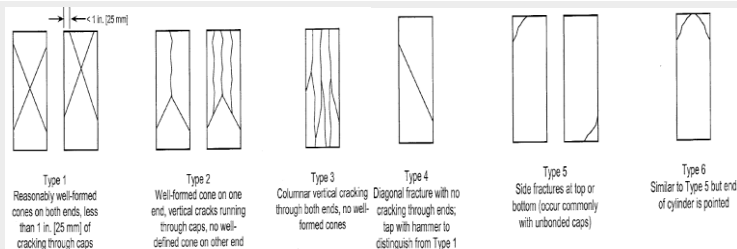
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILÍNDRICOS

NTP 339.034

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
CANTERA DE AGREGADO FINO: CONCHAN **CANTERA DE AGREGADO GRUESO:** SAN JUAN
RESISTENCIA ESPERADA: 175 kg/cm²
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE POLIESTIRENO: 0% DE POLIESTIRENO

ÍTEM	Fecha de muestreo	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Tipo de rotura (*)	Carga (kg)	Área (cm ²)	f'c (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M-1	30/10/2019	7	6/11/2019	15.10	30.10	12.68	3.00	27924.00	179.08	89.1%	155.93
M-2	30/10/2019	7	6/11/2019	15.00	30.00	12.56	3.00	30965.00	176.71	100.1%	175.23
M-3	30/10/2019	7	6/11/2019	15.10	30.00	12.59	4.00	29925.00	179.08	95.5%	167.11
M-1	30/10/2019	14	13/11/2019	15.00	30.20	12.64	4.00	32945.00	176.71	106.5%	186.43
M-2	30/10/2019	14	13/11/2019	14.70	30.00	12.13	4.00	31184.00	169.72	105.0%	183.74
M-3	30/10/2019	14	13/11/2019	14.90	29.90	12.52	4.00	32116.00	174.37	105.2%	184.19
M-1	30/10/2019	21	20/11/2019	15.00	30.00	12.68	4.00	36728.00	176.71	118.8%	207.84
M-2	30/10/2019	21	20/11/2019	15.20	30.00	12.66	3.00	35899.00	181.46	113.0%	197.84
M-3	30/10/2019	21	20/11/2019	15.00	29.70	12.62	4.00	36840.00	176.71	119.1%	208.47
M-1	30/10/2019	28	27/11/2019	15.10	30.30	12.73	4.00	33846.00	179.08	108.0%	189.00
M-2	30/10/2019	28	27/11/2019	14.80	30.00	12.05	4.00	40565.00	172.03	134.7%	235.80
M-3	30/10/2019	28	27/11/2019	15.10	30.10	12.59	4.00	36208.00	179.08	115.5%	202.19

(*) **Tipo de rotura**
ASTM C39





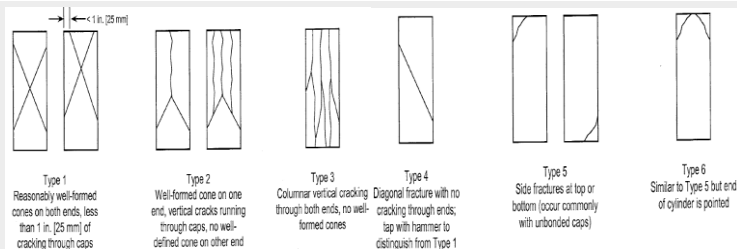
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILÍNDRICOS

NTP 339.034

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
CANTERA DE AGREGADO FINO: CONCHAN **CANTERA DE AGREGADO GRUESO:** SAN JUAN
RESISTENCIA ESPERADA: 175 kg/cm²
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE POLIESTIRENO: 5% DE POLIESTIRENO

ÍTEM	Fecha de muestreo	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Tipo de rotura (*)	Carga (kg)	Área (cm ²)	f'c (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M-1	18/11/2019	7	25/11/2019	15.20	30.00	12.32	4.00	30494.00	181.46	96.0%	168.05
M-2	18/11/2019	7	25/11/2019	15.20	30.10	12.64	3.00	30085.00	181.46	94.7%	165.80
M-3	18/11/2019	7	25/11/2019	15.20	30.20	12.52	4.00	30911.00	181.46	97.3%	170.35
M-1	18/11/2019	14	2/12/2019	15.00	30.20	11.93	3.00	32151.00	176.71	104.0%	181.94
M-2	18/11/2019	14	2/12/2019	15.10	30.10	12.35	4.00	29832.00	179.08	95.2%	166.59
M-3	18/11/2019	14	2/12/2019	15.80	30.60	13.84	4.00	31546.00	196.07	91.9%	160.89
M-1	19/11/2019	21	10/12/2019	15.00	30.00	12.56	4.00	32812.00	176.71	106.1%	185.68
M-2	19/11/2019	21	10/12/2019	15.20	30.00	12.38	4.00	33552.00	181.46	105.7%	184.90
M-3	19/11/2019	21	10/12/2019	15.00	30.00	12.47	4.00	34499.00	176.71	111.6%	195.22
M-1	19/11/2019	28	17/12/2019	15.00	30.10	12.43	4.00	36433.00	176.71	117.8%	206.17
M-2	19/11/2019	28	17/12/2019	15.00	30.20	12.58	5.00	36333.00	176.71	117.5%	205.60
M-3	19/11/2019	28	17/12/2019	14.70	30.10	11.96	4.00	33640.00	169.72	113.3%	198.21

(*) **Tipo de rotura**
ASTM C39



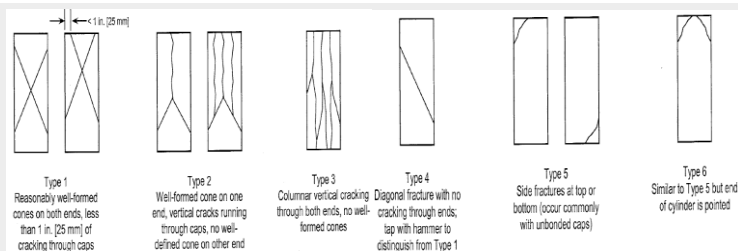


RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILÍNDRICOS
NTP 339.034

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
 CANTERA DE AGREGADO FINO: CONCHAN CANTERA DE AGREGADO GRUESO: SAN JUAN
 RESISTENCIA ESPERADA: 175 kg/cm²
 PORCENTAJE DE ADICIÓN DE POLIESTIRENO: 10% DE POLIESTIRENO

ÍTEM	Fecha de muestreo	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Tipo de rotura (*)	Carga (kg)	Área (cm ²)	f'c (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M-1	22/11/2019	7	29/11/2019	15.20	30.30	12.83	3.00	26930.00	181.46	84.8%	148.41
M-2	22/11/2019	7	29/11/2019	15.20	30.20	13.00	3.00	26856.00	181.46	84.6%	148.00
M-3	22/11/2019	7	29/11/2019	15.00	30.00	12.80	3.00	25414.00	176.71	82.2%	143.81
M-1	25/11/2019	14	9/12/2019	15.00	30.00	12.97	3.00	27426.00	176.71	88.7%	155.20
M-2	25/11/2019	14	9/12/2019	14.90	29.90	13.05	4.00	28855.00	174.37	94.6%	165.49
M-3	25/11/2019	14	9/12/2019	14.80	30.00	13.15	4.00	28654.00	172.03	95.2%	166.56
M-1	22/11/2019	21	13/12/2019	14.80	30.00	11.45	4.00	30519.00	172.03	101.4%	177.40
M-2	22/11/2019	21	13/12/2019	15.30	30.00	12.18	3.00	33553.00	183.85	104.3%	182.50
M-3	22/11/2019	21	13/12/2019	15.00	30.10	11.98	4.00	30703.00	176.71	99.3%	173.74
M-1	25/11/2019	28	23/12/2019	15.10	30.00	11.98	4.00	32742.00	179.08	104.5%	182.84
M-2	25/11/2019	28	23/12/2019	15.10	30.20	12.23	4.00	30681.00	179.08	97.9%	171.33
M-3	25/11/2019	28	23/12/2019	15.10	30.10	12.12	4.00	33970.00	179.08	108.4%	189.69

(*) Tipo de rotura
 ASTM C39





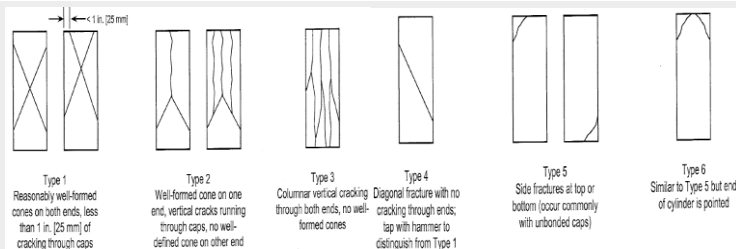
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILÍNDRICOS

NTP 339.034

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
 CANTERA DE AGREGADO FINO: CONCHAN CANTERA DE AGREGADO GRUESO: SAN JUAN
 RESISTENCIA ESPERADA: 175 kg/cm²
 PORCENTAJE DE ADICIÓN DE POLIESTIRENO: 15% DE POLIESTIRENO

ÍTEM	Fecha de muestreo	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Tipo de rotura (*)	Carga (kg)	Área (cm ²)	f'c (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M-1	29/11/2019	7	6/12/2019	15.60	30.70	12.69	3.00	24296.00	191.13	72.6%	127.11
M-2	29/11/2019	7	6/12/2019	15.60	30.90	12.63	3.00	23405.00	191.13	70.0%	122.45
M-3	29/11/2019	7	6/12/2019	15.60	30.70	11.57	4.00	22641.00	191.13	67.7%	118.46
M-1	29/11/2019	14	13/12/2019	15.50	30.60	12.68	4.00	26270.00	188.69	79.6%	139.22
M-2	29/11/2019	14	13/12/2019	15.70	30.70	12.52	4.00	25030.00	193.59	73.9%	129.29
M-3	29/11/2019	14	13/12/2019	15.60	30.80	12.73	3.00	28349.00	191.13	84.8%	148.32
M-1	29/11/2019	21	20/12/2019	14.80	30.00	11.44	4.00	26993.00	172.03	89.7%	156.91
M-2	29/11/2019	21	20/12/2019	15.10	30.00	11.40	4.00	30198.00	179.08	96.4%	168.63
M-3	29/11/2019	21	20/12/2019	15.00	30.00	11.06	4.00	23774.00	176.71	76.9%	134.53
M-1	29/11/2019	28	27/12/2019	15.10	30.20	12.65	4.00	28353.00	179.08	90.5%	158.33
M-2	29/11/2019	28	27/12/2019	15.10	30.20	11.61	4.00	29849.00	179.08	95.2%	166.68
M-3	29/11/2019	28	27/12/2019	15.10	30.20	11.63	5.00	30913.00	179.08	98.6%	172.62

(*) Tipo de rotura
ASTM C39



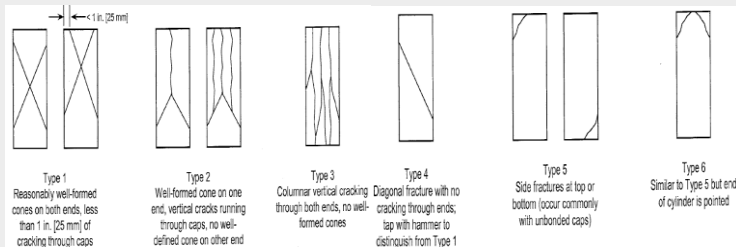


RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILÍNDRICOS
NTP 339.034

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
 CANTERA DE AGREGADO FINO: CONCHAN CANTERA DE AGREGADO GRUESO: SAN JUAN
 RESISTENCIA ESPERADA: 175 kg/cm²
 PORCENTAJE DE ADICIÓN DE POLIESTIRENO: 20% DE POLIESTIRENO

ÍTEM	Fecha de muestreo	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Tipo de rotura (*)	Carga (kg)	Área (cm ²)	f'c (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M-1	2/12/2019	7	9/12/2019	15.70	30.70	12.18	3.00	25685.00	193.59	75.8%	132.68
M-2	2/12/2019	7	9/12/2019	15.70	31.00	12.24	3.00	23657.00	193.59	69.8%	122.20
M-3	2/12/2019	7	9/12/2019	15.20	30.30	12.15	3.00	21250.00	181.46	66.9%	117.11
M-1	2/12/2019	14	16/12/2019	15.70	30.60	12.16	4.00	28934.00	193.59	85.4%	149.46
M-2	2/12/2019	14	16/12/2019	15.60	30.60	12.18	3.00	23689.00	191.13	70.8%	123.94
M-3	2/12/2019	14	16/12/2019	15.70	31.00	11.56	3.00	26265.00	193.59	77.5%	135.67
M-1	2/12/2019	21	23/12/2019	15.00	30.00	11.76	3.00	24428.00	176.71	79.0%	138.23
M-2	2/12/2019	21	23/12/2019	15.00	30.00	12.16	4.00	26935.00	176.71	87.1%	152.42
M-3	2/12/2019	21	23/12/2019	14.80	30.00	12.18	4.00	26816.00	172.03	89.1%	155.88
M-1	2/12/2019	28	30/12/2019	15.60	30.70	11.44	4.00	29762.00	191.13	89.0%	155.71
M-2	2/12/2019	28	30/12/2019	15.10	30.00	11.40	5.00	26641.00	179.08	85.0%	148.77
M-3	2/12/2019	28	30/12/2019	15.10	30.20	11.06	4.00	27710.00	179.08	88.4%	154.74

(*) Tipo de rotura
 ASTM C39





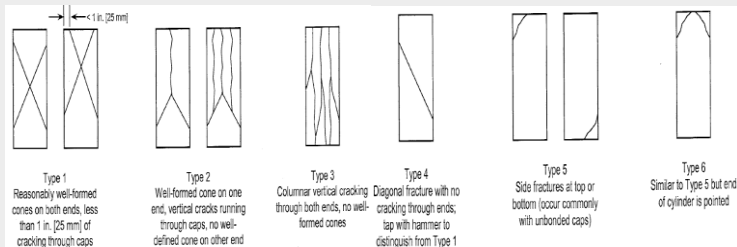
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILÍNDRICOS

NTP 339.034

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
CANTERA DE AGREGADO FINO: CONCHAN **CANTERA DE AGREGADO GRUESO:** SAN JUAN
RESISTENCIA ESPERADA: 175 kg/cm²
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE POLIESTIRENO: 25% DE POLIESTIRENO

ÍTEM	Fecha de muestreo	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Tipo de rotura (*)	Carga (kg)	Área (cm ²)	f'c (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M-1	3/12/2019	7	10/12/2019	14.90	30.20	10.66	4.00	17575.00	174.37	57.6%	100.79
M-2	3/12/2019	7	10/12/2019	15.00	30.20	10.92	3.00	19771.00	176.71	63.9%	111.88
M-3	3/12/2019	7	10/12/2019	15.00	30.20	10.96	3.00	20722.00	176.71	67.0%	117.26
M-1	4/12/2019	14	18/12/2019	14.80	30.00	10.35	4.00	18384.00	172.03	61.1%	106.86
M-2	4/12/2019	14	18/12/2019	15.20	30.20	10.96	4.00	20596.00	181.46	64.9%	113.50
M-3	4/12/2019	14	18/12/2019	15.10	30.30	11.03	3.00	20201.00	179.08	64.5%	112.81
M-1	6/12/2019	21	27/12/2019	15.00	30.30	10.85	4.00	22751.00	176.71	73.6%	128.74
M-2	6/12/2019	21	27/12/2019	14.90	30.00	10.75	4.00	21444.00	174.37	70.3%	122.98
M-3	6/12/2019	21	27/12/2019	15.00	30.10	10.97	4.00	21204.00	176.71	68.6%	119.99
M-1	6/12/2019	28	3/01/2020	15.00	30.10	10.80	4.00	22995.00	176.71	74.4%	130.13
M-2	6/12/2019	28	3/01/2020	15.10	30.10	10.83	4.00	24555.00	179.08	78.4%	137.12
M-3	6/12/2019	28	3/01/2020	15.10	30.20	11.13	4.00	24715.00	179.08	78.9%	138.01

(*) **Tipo de rotura**
ASTM C39





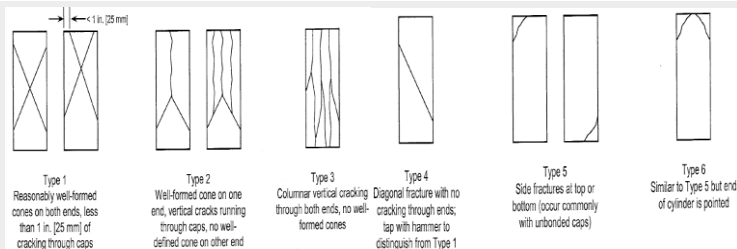
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILÍNDRICOS

NTP 339.034

RESPONSABLE: CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE
 CANTERA DE AGREGADO FINO: CONCHAN CANTERA DE AGREGADO GRUESO: SAN JUAN
 RESISTENCIA ESPERADA: 175 kg/cm²
 PORCENTAJE DE ADICIÓN DE POLIESTIRENO: 30% DE POLIESTIRENO

ÍTEM	Fecha de muestreo	Edad (días)	Fecha de rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Tipo de rotura (*)	Carga (kg)	Área (cm ²)	f'c (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M-1	9/12/2019	7	16/12/2019	15.10	30.00	11.12	3.00	18536.00	179.08	59.1%	103.51
M-2	9/12/2019	7	16/12/2019	14.70	30.10	10.69	3.00	17512.00	169.72	59.0%	103.18
M-3	9/12/2019	7	16/12/2019	15.20	30.30	11.37	3.00	18578.00	181.46	58.5%	102.38
M-1	9/12/2019	14	23/12/2019	15.00	30.00	11.06	3.00	18335.00	176.71	59.3%	103.75
M-2	9/12/2019	14	23/12/2019	15.00	30.00	10.59	4.00	18258.00	176.71	59.0%	103.32
M-3	9/12/2019	14	23/12/2019	15.00	30.00	11.22	3.00	18571.00	176.71	60.1%	105.09
M-1	9/12/2019	21	30/12/2019	15.00	30.20	10.96	4.00	19698.00	176.71	63.7%	111.47
M-2	9/12/2019	21	30/12/2019	15.10	30.00	11.01	4.00	20525.00	179.08	65.5%	114.61
M-3	9/12/2019	21	30/12/2019	15.10	30.10	11.16	4.00	20299.50	179.08	64.8%	113.36
M-1	9/12/2019	28	6/01/2020	15.20	30.00	11.21	4.00	21194.00	181.46	66.7%	116.80
M-2	9/12/2019	28	6/01/2020	15.00	30.10	10.98	4.00	20470.00	176.71	66.2%	115.84
M-3	9/12/2019	28	6/01/2020	15.00	30.00	11.30	4.00	22410.00	176.71	72.5%	126.81

(*) Tipo de rotura
 ASTM C39



*Anexo N° 8. Resultados de ensayos termo – acústicos en estructura a escala de
concreto con poliestireno*

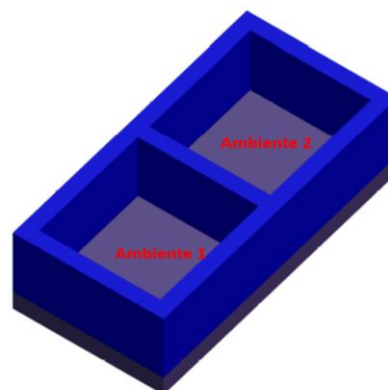
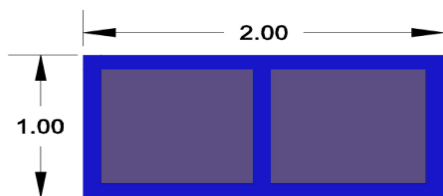


ENSAYO TÉRMICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANtera CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	1.00
AGREGADO GRUESO:	CANtera SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	0.00%
TEMPERATURA INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	5.00	ESPESOR DE MURO (cm):	15.00
TEMPERATURA DE INCREMENTO (°C):	2.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m ²):	2.00

ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
1	10 min	5.00	10 min	4.90
2	10 min	7.00	10 min	6.86
3	10 min	9.00	10 min	8.82
4	10 min	11.00	10 min	10.78
5	10 min	13.00	10 min	12.74
6	10 min	15.00	10 min	14.70
7	10 min	17.00	10 min	15.30
8	10 min	19.00	10 min	17.60
9	10 min	21.00	10 min	20.10
10	10 min	23.00	10 min	22.40
11	10 min	25.00	10 min	24.50
12	10 min	27.00	10 min	25.20
13	10 min	29.00	10 min	28.20
14	10 min	31.00	10 min	30.03
15	10 min	33.00	10 min	31.96
16	10 min	35.00	10 min	33.90
17	10 min	37.00	10 min	35.84

DIMENSIONES Y FORMA DE LA ESTRUCTURA A ESCALA

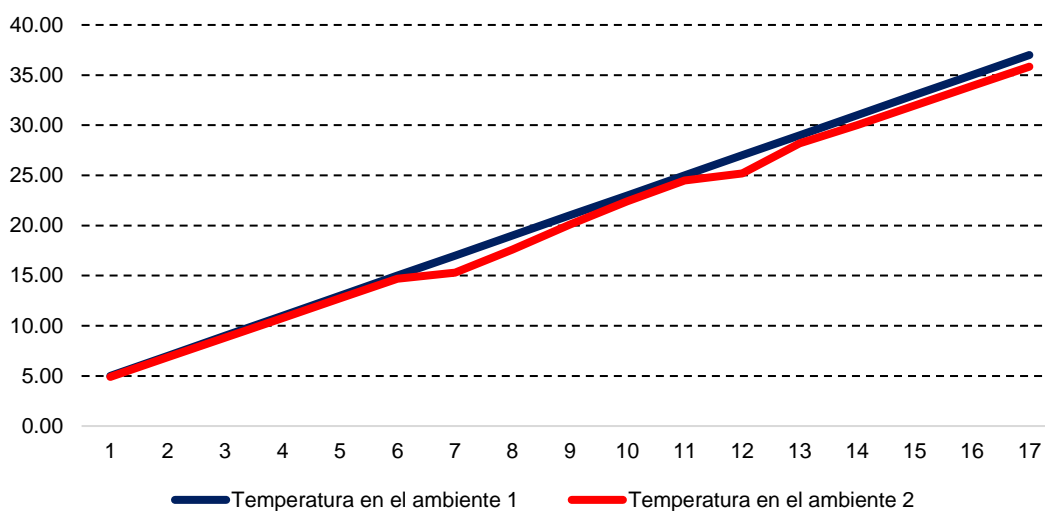




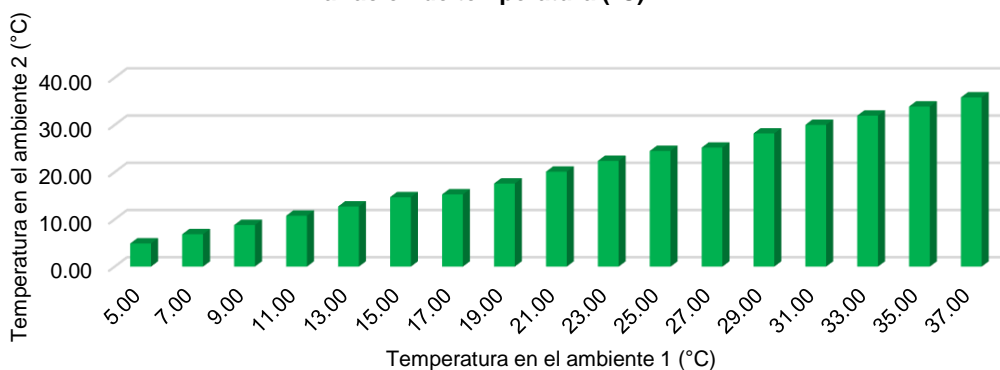
ENSAYO TÉRMICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANTERA CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	1.00
AGREGADO GRUESO:	CANTERA SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	0.00%
TEMPERATURA INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	5.00	ESPESOR DE MURO (cm):	15.00
TEMPERATURA DE INCREMENTO (°C):	2.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m ²):	2.00

Temperatura (°C) en la estructura 1



Variación de temperatura (°C)



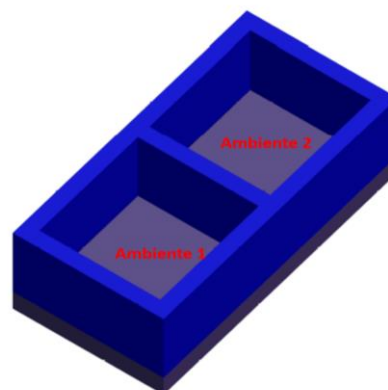
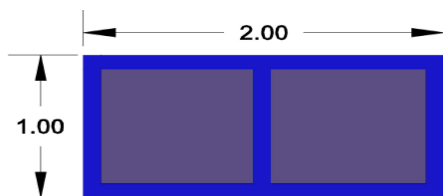


ENSAYO TÉRMICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANtera CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	2.00
AGREGADO GRUESO:	CANtera SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	12.50%
TEMPERATURA INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	5.00	ESPEsor DE MURO (cm):	10.00
TEMPERATURA DE INCREMENTO (°C):	2.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m ²):	2.00

ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
1	10 min	5.00	10 min	11.10
2	10 min	7.00	10 min	12.08
3	10 min	9.00	10 min	13.15
4	10 min	11.00	10 min	14.20
5	10 min	13.00	10 min	15.25
6	10 min	15.00	10 min	16.28
7	10 min	17.00	10 min	16.75
8	10 min	19.00	10 min	17.90
9	10 min	21.00	10 min	19.20
10	10 min	23.00	10 min	20.35
11	10 min	25.00	10 min	21.55
12	10 min	27.00	10 min	21.95
13	10 min	29.00	10 min	23.65
14	10 min	31.00	10 min	24.61
15	10 min	33.00	10 min	25.58
16	10 min	35.00	10 min	26.60
17	10 min	37.00	10 min	27.77

DIMENSIONES Y FORMA DE LA ESTRUCTURA A ESCALA

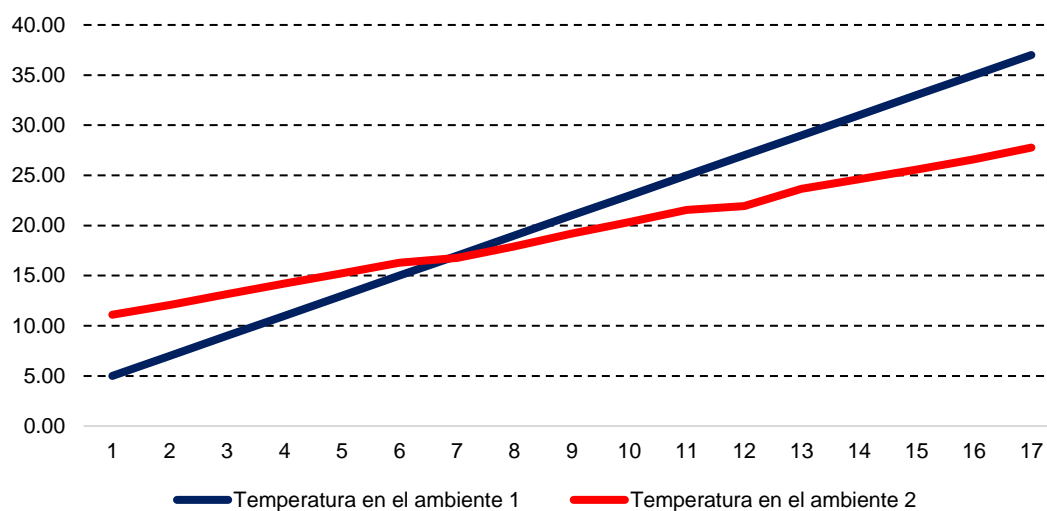




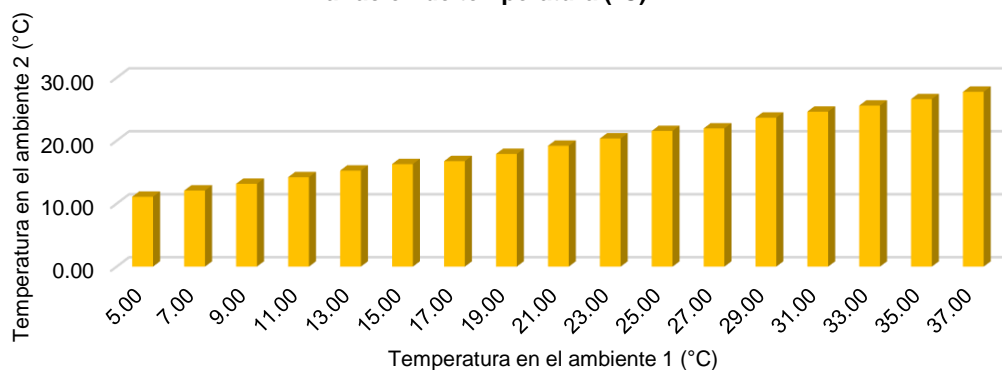
ENSAYO TÉRMICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANTERA CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	2.00
AGREGADO GRUESO:	CANTERA SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	12.50%
TEMPERATURA INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	5.00	ESPESOR DE MURO (cm):	10.00
TEMPERATURA DE INCREMENTO (°C):	2.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m ²):	2.00

Temperatura (°C) en la estructura 2



Variación de temperatura (°C)



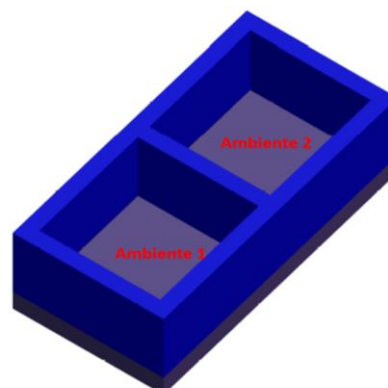
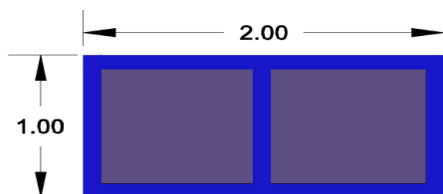


ENSAYO TÉRMICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANtera CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	3.00
AGREGADO GRUESO:	CANtera SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	12.50%
TEMPERATURA INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	5.00	ESPEJOR DE MURO (cm):	15.00
TEMPERATURA DE INCREMENTO (°C):	2.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m²):	2.00

ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
1	10 min	5.00	10 min	17.30
2	10 min	7.00	10 min	17.30
3	10 min	9.00	10 min	17.48
4	10 min	11.00	10 min	17.62
5	10 min	13.00	10 min	17.76
6	10 min	15.00	10 min	17.87
7	10 min	17.00	10 min	18.20
8	10 min	19.00	10 min	18.20
9	10 min	21.00	10 min	18.30
10	10 min	23.00	10 min	18.30
11	10 min	25.00	10 min	18.60
12	10 min	27.00	10 min	18.70
13	10 min	29.00	10 min	19.10
14	10 min	31.00	10 min	19.20
15	10 min	33.00	10 min	19.20
16	10 min	35.00	10 min	19.30
17	10 min	37.00	10 min	19.70

DIMENSIONES Y FORMA DE LA ESTRUCTURA A ESCALA

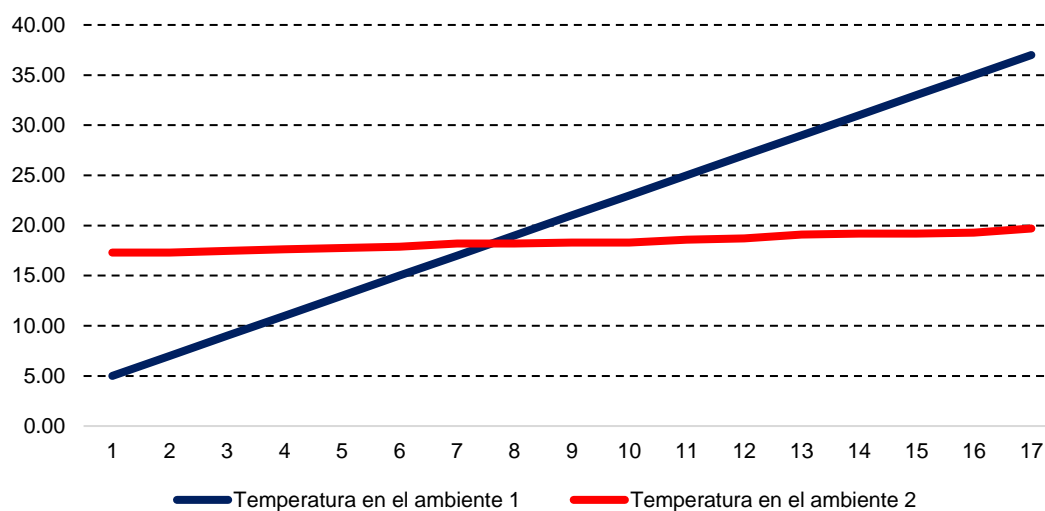




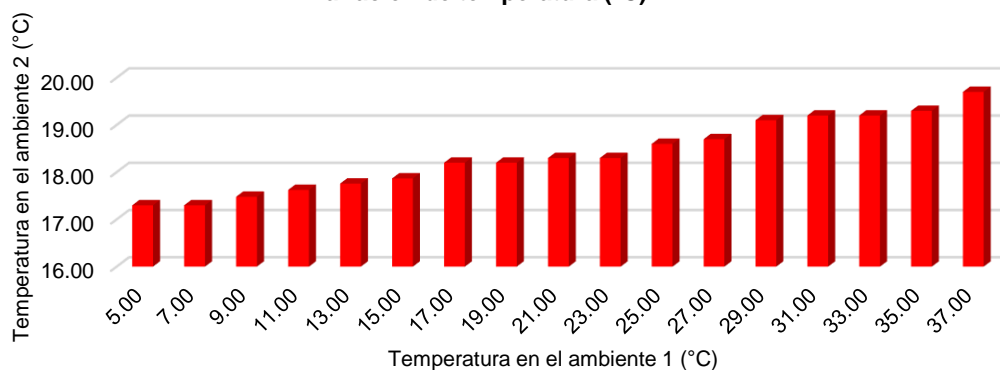
ENSAYO TÉRMICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANTERA CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	3.00
AGREGADO GRUESO:	CANTERA SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	12.50%
TEMPERATURA INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	5.00	ESPESOR DE MURO (cm):	15.00
TEMPERATURA DE INCREMENTO (°C):	2.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m ²):	2.00

Temperatura (°C) en la estructura 3



Variación de temperatura (°C)



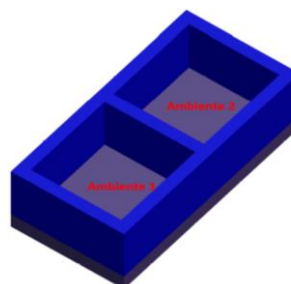
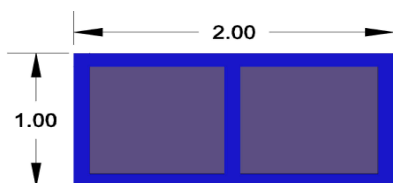


ENSAYO ACÚSTICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANTERA CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	1.00
AGREGADO GRUESO:	CANTERA SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	0.00%
SONIDO INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	20.00	ESPESOR DE MURO (cm):	15.00
SONIDO DE INCREMENTO (°C):	5.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m²):	2.00

ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	Tiempo (min)	Sonido (Db)	Tiempo (min)	Sonido (Db)
1	5 min	20.00	5 min	13.50
2	5 min	25.00	5 min	14.30
3	5 min	30.00	5 min	24.10
4	5 min	35.00	5 min	26.80
5	5 min	40.00	5 min	31.25
6	5 min	45.00	5 min	35.70
7	5 min	50.00	5 min	41.90
8	5 min	55.00	5 min	47.00
9	5 min	60.00	5 min	52.10
10	5 min	65.00	5 min	57.36
11	5 min	70.00	5 min	62.63
12	5 min	75.00	5 min	67.10
13	5 min	80.00	5 min	72.30
14	5 min	85.00	5 min	76.37
15	5 min	90.00	5 min	80.43
16	5 min	95.00	5 min	84.90
17	5 min	100.00	5 min	88.55
18	5 min	105.00	5 min	92.21
19	5 min	110.00	5 min	96.60
20	5 min	115.00	5 min	100.99
21	5 min	120.00	5 min	105.38
22	5 min	125.00	5 min	109.77
23	5 min	130.00	5 min	114.16

DIMENSIONES Y FORMA DE LA ESTRUCTURA A ESCALA

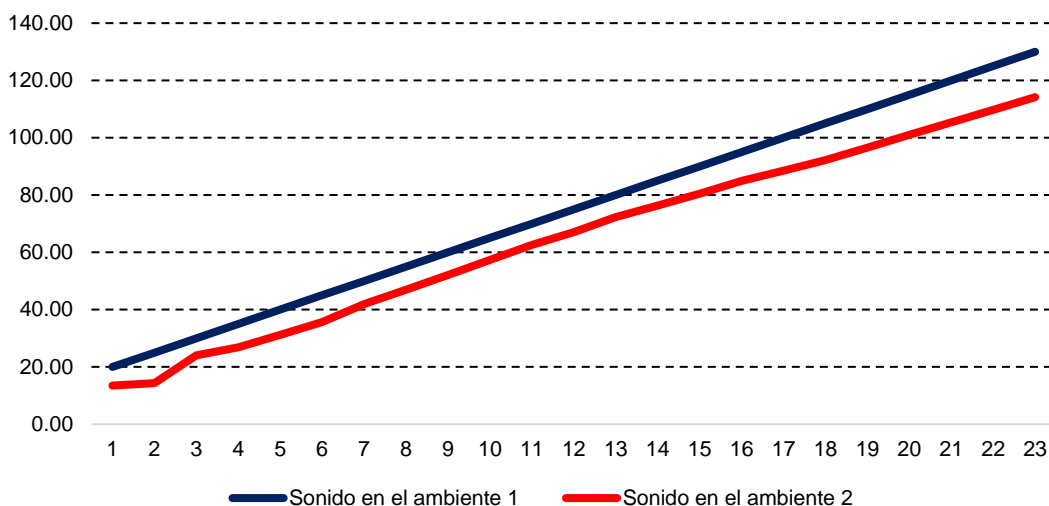




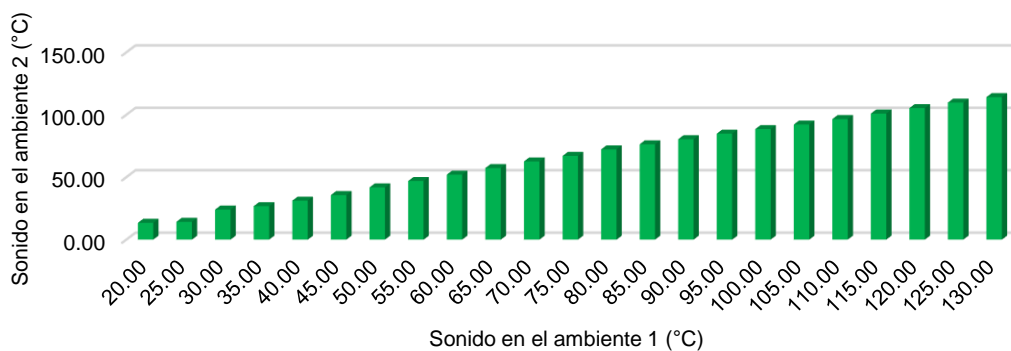
ENSAYO ACÚSTICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANTERA CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	1.00
AGREGADO GRUESO:	CANTERA SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	0.00%
SONIDO INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	20.00	ESPESOR DE MURO (cm):	15.00
SONIDO DE INCREMENTO (°C):	5.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m²):	2.00

Sonido (Db) en la estructura 1



Variación de sonido (Db)



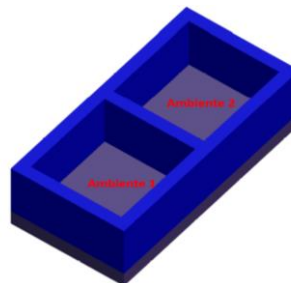
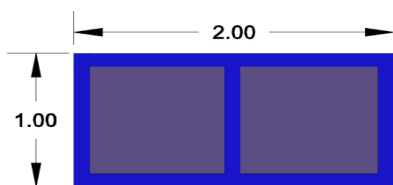


ENSAYO ACÚSTICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANTERA CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	1.00
AGREGADO GRUESO:	CANTERA SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	12.50%
SONIDO INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	20.00	ESPESOR DE MURO (cm):	10.00
SONIDO DE INCREMENTO (°C):	5.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m²):	2.00

ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	Tiempo (min)	Sonido (Db)	Tiempo (min)	Sonido (Db)
1	5 min	20.00	5 min	9.35
2	5 min	25.00	5 min	10.20
3	5 min	30.00	5 min	17.15
4	5 min	35.00	5 min	19.95
5	5 min	40.00	5 min	22.53
6	5 min	45.00	5 min	25.60
7	5 min	50.00	5 min	30.90
8	5 min	55.00	5 min	33.60
9	5 min	60.00	5 min	41.20
10	5 min	65.00	5 min	45.72
11	5 min	70.00	5 min	50.13
12	5 min	75.00	5 min	54.04
13	5 min	80.00	5 min	58.51
14	5 min	85.00	5 min	62.75
15	5 min	90.00	5 min	67.08
16	5 min	95.00	5 min	71.61
17	5 min	100.00	5 min	74.53
18	5 min	105.00	5 min	77.35
19	5 min	110.00	5 min	80.55
20	5 min	115.00	5 min	85.90
21	5 min	120.00	5 min	92.74
22	5 min	125.00	5 min	97.84
23	5 min	130.00	5 min	102.28

DIMENSIONES Y FORMA DE LA ESTRUCTURA A ESCALA

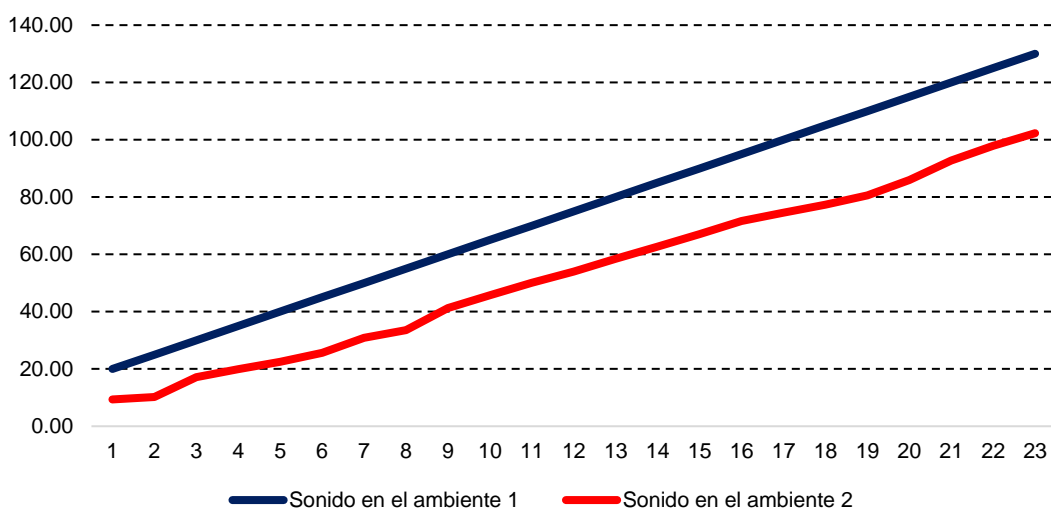




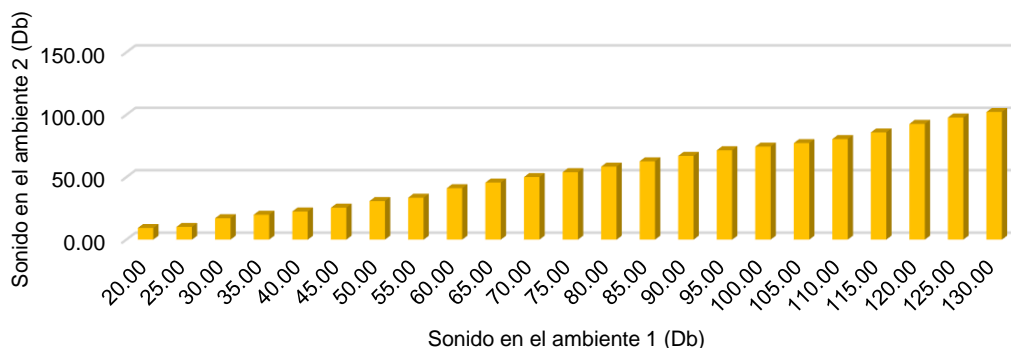
ENSAYO ACÚSTICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANTERA CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	1.00
AGREGADO GRUESO:	CANTERA SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	12.50%
SONIDO INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	20.00	ESPESOR DE MURO (cm):	10.00
SONIDO DE INCREMENTO (°C):	5.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m²):	2.00

Sonido (Db) en la estructura 2



Variación de sonido (Db)



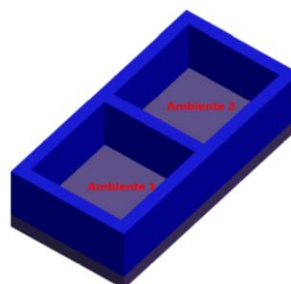
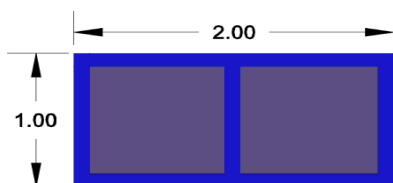


ENSAYO ACÚSTICO EN ESTRUCTURAS A ESCALA

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANTERA CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	1.00
AGREGADO GRUESO:	CANTERA SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	12.50%
SONIDO INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	20.00	ESPESOR DE MURO (cm):	15.00
SONIDO DE INCREMENTO (°C):	5.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m²):	2.00

ITEM	AMBIENTE 1		AMBIENTE 2	
	Tiempo (min)	Sonido (Db)	Tiempo (min)	Sonido (Db)
1	5 min	20.00	5 min	5.20
2	5 min	25.00	5 min	6.10
3	5 min	30.00	5 min	10.20
4	5 min	35.00	5 min	13.10
5	5 min	40.00	5 min	13.80
6	5 min	45.00	5 min	15.50
7	5 min	50.00	5 min	19.90
8	5 min	55.00	5 min	20.20
9	5 min	60.00	5 min	30.30
10	5 min	65.00	5 min	34.08
11	5 min	70.00	5 min	37.63
12	5 min	75.00	5 min	40.99
13	5 min	80.00	5 min	44.71
14	5 min	85.00	5 min	49.14
15	5 min	90.00	5 min	53.73
16	5 min	95.00	5 min	58.32
17	5 min	100.00	5 min	60.50
18	5 min	105.00	5 min	62.50
19	5 min	110.00	5 min	64.50
20	5 min	115.00	5 min	70.80
21	5 min	120.00	5 min	80.10
22	5 min	125.00	5 min	85.90
23	5 min	130.00	5 min	90.40

DIMENSIONES Y FORMA DE LA ESTRUCTURA A ESCALA

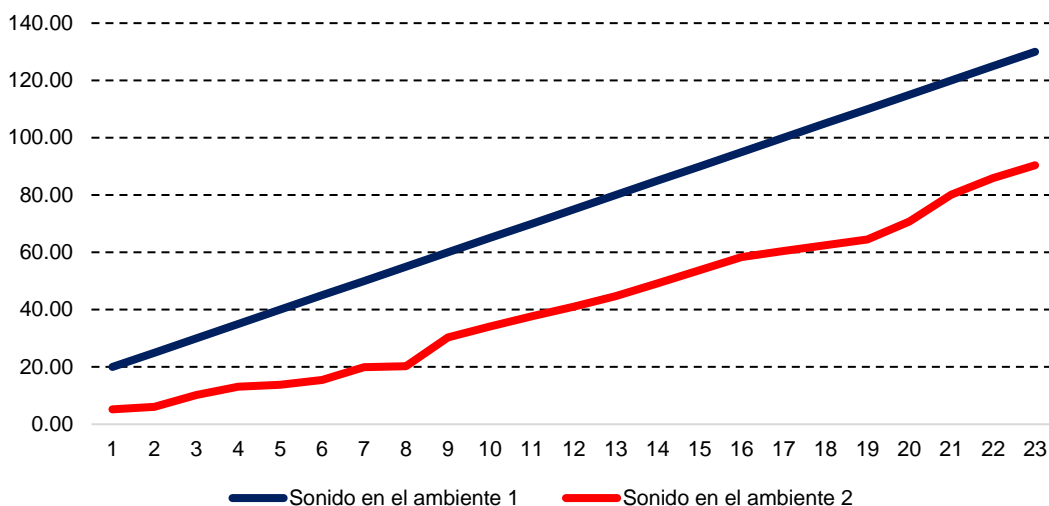




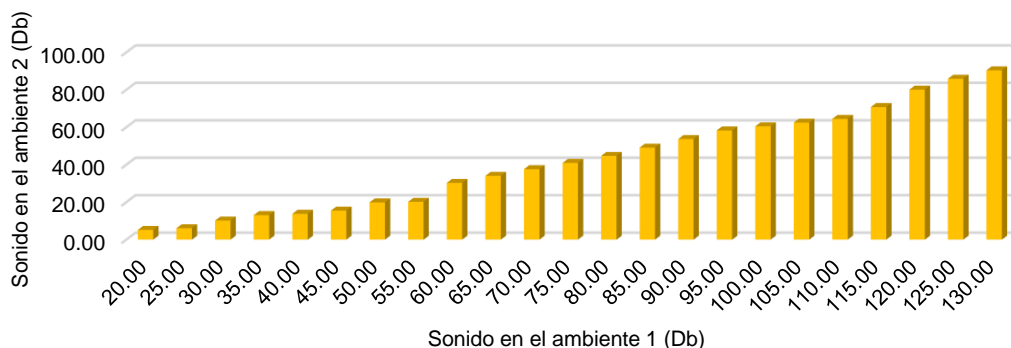
**ENSAYO ACÚSTICO
 EN ESTRUCTURAS A ESCALA**

RESPONSABLE:	CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CONCHAN - CHOTA - CAJAMARCA		
AGREGADO FINO:	CANTERA CONCHAN	NÚMERO DE ESTRUCTURA:	1.00
AGREGADO GRUESO:	CANTERA SAN JUAN	CANTIDAD DE POLIESTIRENO	12.50%
SONIDO INICIAL, AMBIENTE 1 (°C):	20.00	ESPESOR DE MURO (cm):	15.00
SONIDO DE INCREMENTO (°C):	5.00	ÁREA DE ESTRUCTURA (m²):	2.00

Sonido (Db) en la estructura 3



Variación de sonido (Db)





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

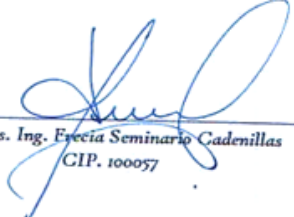


ACTA DE CONFORMIDAD

Chota, 11 de Octubre del 2021.

Mediante la presente la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería da conformidad que el bachiller: **CARLOS ANGEL BUSTAMANTE BUSTAMANTE**, ha presentado la tesis denominada: **“CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA DEL CONCRETO SIMPLE ($F'c=175$ kg/cm²) ELABORADO CON DISTINTAS DOSIS DE POLIESTIRENO, CHOTA, 2020”**, para la verificación de su contenido en el programa antiplagio Turnitin de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, indicando que la misma tiene un 80 % de originalidad, estando dentro de los límites permitidos, por tanto dando la autorización para que se continúe el proceso de sustentación final.

Sin otro particular.


M. Cs. Ing. Ezequiel Seminario Cadenillas
CIP. 100057

Jefe de la Unidad de Investigación FCI -UNACH