

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Determinación y evaluación del comportamiento
mecánico del concreto mediante adición de plástico
reciclado (PET) en la construcción de edificaciones
para la ciudad de Abancay**

Juan Carlos Castro Mantilla

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Abancay, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

DEDICATORIA

A Dios por permitirme disfrutar cada día de su gran creación, por darme salud y fortaleza cada día.

A mi papa Jorge (Coquito), por enseñarme a ser un hombre de bien, por darme la oportunidad de trascender en la vida, darme grandes consejos, por permitirme crecer y apoyarme siempre en cada etapa de mi vida y en mi realización personal y, por sobre todo, el amor, el aliento para lograr cada objetivo de mi vida.

A mis hermanos Mariela y Rommel, por compartir parte de sus vidas junto a mí y darme fuerzas y apoyo en mi crecimiento personal.

A Imasumac. Agradecerte por estar en mi mundo, por cada abrazo tuyo en mis momentos de flaqueza, por cada aliento y motivación, por enseñarme siempre el amor y las ganas para seguir adelante frente a las adversidades. Y por permitirme crecer junto a ti y alcanzar nuevas metas y ser mi apoyo incondicional.

Juan Carlos Castro Mantilla

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento:

A la, Universidad Continental. Por permitirme lograr uno de mis objetivos, por brindarme la oportunidad de ser un profesional de calidad y de principios

A los profesores de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Néstor Cáceres Velázquez por su contribución en la formación de futuros ingenieros civiles en la región y el país, y en especial por su gran labor en mi formación profesional.

A mi asesor, el ingeniero Franz Emmanuel Estrada Porras, y a los señores miembros del jurado por mostrar un interés constante en la realización de esta investigación. También agradecer, a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Continental, a los profesores, quienes con su trabajo, consejos y esfuerzo han forjado mi formación para ser un gran profesional.

Al laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos representado por el ingeniero Kenny Huamani Gamarra y a todo su equipo por brindar asesoría y apoyo en la ejecución de los pruebas de examen de calidad concernientes al presente tesis.

ÍNDICE

ÍNDICE	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	13
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I	19
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	19
1.1 Planteamiento del problema	19
1.2 Formulación de problema	20
1.2.1 Problema general	20
1.2.2 Problemas específicos	20
1.3 Objetivo	21
1.3.1 Objetivo general	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
1.4 Justificación	22
1.4.1 Justificación técnica	22
1.4.2 Justificación económica	23
1.4.3 Justificación ambiental	23
1.5 Importancia	24
1.6 Hipótesis	25
1.6.1 Hipótesis general	25
1.6.2 Hipótesis específicas	25
1.7 Descripción de las variables	25
1.7.1 Variable independiente	25
1.7.2 Variable dependiente	25
CAPÍTULO II:	27
MARCO TEÓRICO	27
2.1 Antecedentes de la investigación	27
2.1.1 Antecedentes nacionales	27
2.1.2 Antecedentes internacionales	28

2.2	Concreto	29
2.2.1	Definición	29
2.2.2	Materiales componentes del concreto	30
2.2.3	Concreto fresco.....	48
2.2.4	Concreto endurecido.....	51
2.2.5	Diseño de mezclas.....	56
2.3	Residuos plásticos	58
2.3.1	Origen de los residuos plásticos.....	58
2.3.2	Clasificación de los residuos plásticos según su composición	58
2.3.3	Reciclaje y su posible reutilización	60
2.3.4	Tereftalato de polietileno (PET).....	61
CAPÍTULO III:		64
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		64
3.1	Métodos, tipo y nivel de investigación	64
3.1.1	Método en la investigación.....	64
3.1.2	Tipo de la investigación.....	64
3.1.3	Nivel de la investigación.....	64
3.2	Alcance de la investigación	64
3.3	Muestra y población	64
3.3.1	Población	64
3.3.2	Muestra.....	65
3.4	Análisis de los componentes del concreto.....	66
3.4.1	Cemento	66
3.4.2	Agregados	68
3.4.3	Agregado fino.....	70
3.4.4	Agregado grueso	81
3.5	Diseño de mezclas.....	102
3.5.1	Método de diseño de mezclas.....	102
3.5.2	Diseño de mezcla para diferentes porcentajes de PET	104
3.5.3	Preparación de probetas de concreto	109
3.5.4	Curado de probetas de concreto	112
3.6	Ensayos realizados al concreto fresco	114
3.6.1	Ensayo de manejabilidad (prueba de revenimiento o slump)	114
3.6.2	Ensayo de temperatura en el concreto.....	116

3.7 Ensayos efectuados al concreto endurecido	118
3.7.1 Pruebas de resistencia a compresión en el concreto	118
3.7.2 Pesos en el concreto endurecido	124
3.7.3 Identificación y tipos de fallas presentadas en los especímenes de concreto.....	128
3.7.4 Módulo de elasticidad en el concreto ensayado	131
CAPÍTULO IV	134
RESULTADOS.....	134
4.1 Generalidades.....	134
4.2 Agregados.....	135
4.2.1 Agregado fino.....	135
4.2.2 Agregado Grueso.....	135
4.3 Tereftalato de Polietileno PET	136
4.4 Propiedades del concreto fresco	137
4.4.1 Trabajabilidad	137
4.4.2 Temperatura en el concreto fresco.....	138
4.5 Propiedades en el concreto endurecido	138
4.5.1 Resistencia a compresión	139
4.5.2 Peso del concreto endurecido.....	141
4.6 Análisis de costos	142
4.6.1 Costo plástico reciclado PET	143
4.6.2 Costo cemento Portland IP	144
4.6.3 Costo agregado fino.....	144
4.6.4 Costo agregado grueso.....	144
4.6.5 Costo agua	144
4.7 Prueba de hipótesis	147
4.7.1 Hipótesis específica 1	147
4.7.2 Hipótesis específica 2	148
4.7.3 Hipótesis específica 3	151
CAPÍTULO V	153
DISCUSIÓN.....	153
CONCLUSIONES	155
RECOMENDACIONES	159
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Primordiales insumos del cemento Portland.....	31
Tabla 2. Parámetros y límites químicos del agua para su manejo en la preparación de concretos.	36
Tabla 3. Límites granulométricos del agregado fino	38
Tabla 4. Valores de coloración para material orgánico.....	41
Tabla 5. Límites granulométricos del agregado grueso	43
Tabla 6. Relación de la edad del concreto y su factor de resistencia a la compresión.....	53
Tabla 7. Cantidades de especímenes a evaluar.....	66
Tabla 8. Características químicas del cemento portland tipo IP.	66
Tabla 9. Características físicas del cemento portland tipo IP	67
Tabla 10. Características físicas del cemento Portland IP.....	68
Tabla 11. Resultados Absorción del agregado fino.	77
Tabla 12. Resultado para el peso unitario suelto.....	78
Tabla 13. Valores obtenidos para el peso unitario compactado del agregado fino.	79
Tabla 14. Valores de peso específico y absorción del agregado grueso.	88
Tabla 15. Valores de peso unitario suelto del agregado grueso.	89
Tabla 16. Valores obtenidos para el ensayo peso unitario compactado.	90
Tabla 17. Propiedades mecánicas del PET.....	93
Tabla 18. Resultados absorción del tereftalato de polietileno (PET).....	99
Tabla 19. Resultados de peso unitario suelto PET	100
Tabla 20. Resultados obtenidos peso unitario compactado PET.....	101
Tabla 21. Características de los materiales previo al diseño $f'c=210$ kg/cm ²	103
Tabla 22. Dosificación en peso por 1m ³ de concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm ²	103
Tabla 23. Dosificación en volumen por bolsa para concreto $f'c=210$ kg/cm ²	103
Tabla 24. Dosificaciones en peso para 1m ³ concreto patrón y concretos de 5 %, 10 % y 15 % con sustitución de PET de resistencia $F'c=210$ kg/cm ²	106
Tabla 25. Dosificación en volumen para 1m ³ de concreto patrón y concretos de 5 %, 10 % y 15 % de sustitución de PET resistencia $f'c=210$ kg/cm ²	107
Tabla 26. Volumen de unidad de briqueta para moldeado de concreto.....	108
Tabla 27. Cálculo para del peso total de de materiales para la ejecución de de briquetas 6"x12", para una resistencia $f'c=210$	108

Tabla 28. Cuadro resumen de resultados slump registrados.....	114
Tabla 29. Registro de temperaturas del concreto.....	116
Tabla 30. Resultados y registro de roturas y pesos alcanzados.....	121
Tabla 31. Registro de promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y en sus diferentes porcentajes a los siete días.....	122
Tabla 32. Registro promedio de resistencia a compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y en sus diferentes porcentajes a los catorce días.	122
Tabla 33. Registro promedio de las resistencias a compresión en el concreto $f'c = 210$ kg/cm^2 y en sus diferentes porcentajes a los 28 días.....	123
Tabla 34. Registro de pesos obtenidos en el concreto $F'c = 210\text{kg/cm}^2$ y sus distintos porcentajes a los siete días.	126
Tabla 35. Registro de pesos obtenidos concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y en sus distintos porcentajes a los catorce días.....	126
Tabla 36. Registro de pesos obtenidos concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y en sus diferentes porcentajes a sus 28 días.....	127
Tabla 37. Registro de resultados obtenidos para el módulo de elasticidad promedio a los siete, catorce y 28 días concreto en Kg/cm^2	132
Tabla 38. Características presentadas en agregado fino.	135
Tabla 39. Caracterización del agregado grueso.....	136
Tabla 40. Resumen de resultados obtenidos de trabajabilidad del concreto $F'c = 210$ kg/cm^2	137
Tabla 41. Resumen resultados temperaturas obtenidas en el concreto fresco $f'c = 210$ kg/cm^2 y sus distintos porcentajes de sustitución.	138
Tabla 42. Promedio de resultados obtenidos concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y sus diferentes porcentajes de sustitución.....	139
Tabla 43. Cuadro resumen de pesos obtenidos del concreto.....	141
Tabla 44. Resumen de costo de materiales para concreto patrón $f'c = 210\text{kg/cm}^2$	145
Tabla 45. Resumen de costo de materiales para concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, con 5 % de sustitución de PET.	145
Tabla 46. Resumen de costo para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, con 10 % de sustitución de PET.....	146
Tabla 47. Resumen de costo para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, con 15 % de sustitución de PET.....	146
Tabla 48. Prueba de normalidad de los datos de resistencia a compresión.	149

Tabla 49. ANOVA de un factor para la resistencia a compresión.	150
Tabla 50. Prueba pos hoc de comparación de grupos.	151
Tabla 51. Kruskal – Wallis para el costo de producción de concreto.	152
Tabla 52. Comparación de grupos respecto al costo de producción de concreto.	152
Tabla 53. Promedio de resultados a compresión obtenidos concreto y sus diferentes porcentajes de sustitución.	155
Tabla 54. Cuadro resumen de pesos obtenidos.	156
Tabla 55. Registro de resultados del módulo de elasticidad a los siete, catorce y veintiocho días.	156
Tabla 56. Resumen de resultados de trabajabilidad en el concreto obtenidos.	157
Tabla 57. Cuadro resumen de temperaturas obtenidas en concreto.	158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cantera Pachachaca, depredación de canteras en la ciudad de Abancay.	20
Figura 2. Depredación de Canteras en la ciudad de Abancay.....	22
Figura 3. Acumulación de desechos en la ciudad de Abancay.....	24
Figura 4. Tereftalato de polietileno (PET).....	24
Figura 5. Esquema frasco de <i>Le Chatelier</i>	34
Figura 6. Equipo de Medición Slump Cono de Abrams.	50
Figura 7. Dimensiones de moldes para muestreo de concreto.....	54
Figura 8. Relación esfuerzo-elongación en agregado, pasta, mortero y concreto	55
Figura 9. Ubicación de la Cantera Murillo, sector Pachachaca – Abancay.....	68
Figura 10. Vista Cantera Murillo, sector Pachachaca – Abancay.....	69
Figura 11. Muestreo de los agregados grueso y fino cantera Murillo.....	70
Figura 12. Tendido de los agregados a utilizarse.....	71
Figura 13. Separación de muestra en cuatro de partes iguales de la muestra agregado fino.	71
Figura 14. Ensayo de granulometría para el agregado fino.....	72
Figura 15. Resultados expresados en la curva granulométrica agregado fino.....	73
Figura 16. Ensayo de absorción y peso específico agregado fino.....	75
Figura 17. Peso específico del agregado fino.	75
Figura 18. Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino.	78
Figura 19. Varillado y pesado ensayo peso unitario compactado.....	79
Figura 20. Solución de hidróxido de sodio y coloración de la mezcla con el agregado fino.	80
Figura 21. Resultados del contenido de Material orgánico en el agregado fino.....	81
Figura 22. Apilado y extracción de material agregado grueso cantera Pachachaca.....	82
Figura 23. Curva granulométrica agregado grueso.	83
Figura 24. Cuarteo y granulometría del agregado grueso.	83
Figura 25. Determinación del peso específico en el agregado grueso	85
Figura 26. Secado de agregado grueso en el horno.....	85
Figura 27. Realización de pesaje y registro ensayo peso unitario suelto del agregado grueso.....	89
Figura 28. Vista y frontis planta de reciclaje Jor Plast – Abancay.....	92

Figura 29. Textura física del tereftalato de polietileno PET	93
Figura 30. Granulometría del tereftalato de polietileno (PET).....	94
Figura 31. Curva granulométrica del tereftalato de polietileno PET.....	94
Figura 32. Ensayo de absorción y peso específico tereftalato de polietileno PET.	97
Figura 33. Realización y pesaje, peso unitario compactado PET.	100
Figura 34. Varillado y pesaje ensayo de peso unitario compactado PET.	102
Figura 35. Textura física y pesaje del tereftalato de polietileno (PET).....	104
Figura 36. Colocación y batido de mezcla con tereftalato de polietileno PET.....	105
Figura 37. Moldeo de briquetas con sustitución de PET.....	105
Figura 38. Adicionamiento de PET a la mezcla de agregados.	109
Figura 39. Elaboración de mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de PET.	110
Figura 40. Textura física del concreto fresco con adición de PET.	110
Figura 41. Elaboración y moldeo de briquetas de concreto con adición de PE".	111
Figura 42. Moldeo y varillado de especímenes de concreto con adición de PET.	111
Figura 43. Planchado y nivelado de superficie de briqueta con de PET.	112
Figura 44. Desencofrado de briquetas para posterior curado.....	113
Figura 45. Posicionamiento de briquetas de concreto en poza de curado.....	113
Figura 46. Poza de curado con especímenes de concreto.....	114
Figura 47. Valores de Slump alcanzados.....	115
Figura 48. Realización del ensayo de revenimiento en concreto fresco Slump.	115
Figura 49. Medición del asentamiento y trabajabilidad en el concreto fresco Slump.	116
Figura 50. Valores de temperatura alcanzados vs. temperatura ideal del concreto.....	117
Figura 51. Toma y registro de temperatura en el concreto fresco.....	117
Figura 52. Medición de temperatura en el concreto fresco.....	118
Figura 53. Desmoldeo de briquetas y rotura de briquetas concreto.....	119
Figura 54. Rotura de especímenes a los siete días.....	119
Figura 55. Evaluación de especímenes a los catorce días.....	120
Figura 56. Evaluación de especímenes de concreto a los 28 días.	123
Figura 57. Valores de resistencia vs tiempo promedio $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	124
Figura 58. Registro y pesaje espécimen de concreto patrón a los siete días.	125
Figura 59. Pesaje de briqueta espécimen de concreto con sustitución a los 28 días.....	125
Figura 60. Promedio de pesos alcanzados.	127
Figura 61. Esquema de tipos de falla y fractura en especímenes de concreto.	128
Figura 62. Falla tipo 6 y Falla Tipo 3 a los 28 días.	129

Figura 63. Falla tipo 3 y Falla tipo 2 Registrado en especímenes a los catorce días.	129
Figura 64. Falla de tipo 4 y falla de tipo 2 en ejemplares de concreto con 5 % de adición de PET a los catorce días.	130
Figura 65. Falla de tipo 2 en especímenes con 15 % de adición de PET a los 28 días.	130
Figura 66. Falla de tipo 2 en el concreto y adición de PET al 10 %.	131
Figura 67. Evolución de Módulo de elasticidad del concreto.	132
Figura 68. Características mecánicas del tereftalato de polietileno PET.	136
Figura 69. Progreso de la resistencia del concreto patrona si como para los diferentes porcentajes de sustitución de PET.	140
Figura 70. Grafica de pesos obtenidos para los distintos porcentajes de PET.	142
Figura 71. Variación del costo de materiales, para concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	147

RESUMEN

La investigación que se realizó es con un fin, estudiar el procedimiento del plástico reciclado PET en el concreto y los efectos que este pudiera tener en él, para lo cual se realizó los respectivos análisis y comparaciones de las diversas mezclas de concreto y sus distintos porcentajes de PET con relación en una mezcla de concreto comercial de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, las mismas que pueden incrementar o reducir la resistencia al aplastamiento de este.

En la actualidad, el PET es un material muy usado en nuestro medio, por lo que grandes cantidades de residuos de este material no son aprovechados de forma idónea en el medio de la ciudad de Abancay, por lo que en esta investigación se utilizó este material el cual reemplazó en 5 %, 10 % y 15 % en las proporciones del agregado fino.

Dichas combinaciones han sido producidas y analizadas con el fin de corroborar que cumplan con las especificaciones solicitadas.

La principal interrogante de esta investigación fue ¿qué tipo de función cumplió la sustitución de plástico reciclado PET en un tipo de mezcla convencional de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para la ciudad de Abancay?

Asimismo, el principal objetivo en esta investigación fue la determinación de la influencia del plástico reciclado PET en diferentes porcentajes en el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para la ciudad de Abancay.

La realización de los controles, tanto a los materiales empleados en esta investigación, así como los concretos producidos para la misma, se ciñeron sobre lo estipulado en las normativas nacionales NTP (Normas Técnicas Peruanas), así como las normativas internacionales ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales). Asimismo, en esta investigación se desarrolló 36 probetas testigos, diseñados para una solidez de 210 kg/cm^2 .

El estudio, arrojó resultados interesantes, como el hecho de que mientras más plástico reciclado

PET sea sustituidor de agregado fino, el valor medio ponderado de la resistencia a la compresión disminuye. También, se observó que mientras más plástico reciclado sustituya al agregado fino, este disminuye en peso. Y si bien la resistencia disminuye, se pudo observar que el plástico reciclado no impide del todo el progreso del valor de la resistencia al aplastamiento, por lo cual la proporción de plástico reciclado que más se acerca a una combinación de concreto común, es el concreto con sustitución del 5 % de PET. Por tanto, arrojaron valores de resistencia promedio a la compresión que van desde el 65.82 % a los siete, hasta el 86.78%, a los 28 días.

Los valores promedios de resistencia más bajos obtenidos se mostró en el concreto con sustitución al 15 % de PET, por lo cual los valores obtenidos fueron de 46.35 %, a los siete días y un 63.64 %, a los veintiocho días.

Palabras clave: Concreto fresco, concreto endurecido, Tereftalato de polietileno (PET), resistencia a compresión, muestreo, ensayos.

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze the behavior of recycled PET plastic in concrete and the effects that this could have on it, for which the respective analyzes and comparisons of the various concrete mixtures and their different percentages of PET with relation to a commercial concrete with resistance $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, the same ones that can increase or decrease its compressive strength.

Currently, PET is a widely used material in our environment, so large amounts of waste of this material are not used in an ideal way in the middle of the city of Abancay, so this material was used in this investigation. which replaced 5%, 10% and 15% in the proportions of the fine aggregate.

These combinations have been produced and analyzed in order to verify that they meet the requested specifications.

The main question of this research was what kind of function did the substitution of recycled PET plastic fulfill in a type of conventional concrete mix with resistance $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, for the city of Abancay?

Likewise, the main objective in this investigation was the determination of the influence of recycled PET plastic in different percentages in concrete with resistance $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, for the city of Abancay.

The performance of the controls, both to the materials used in this investigation, as well as the concrete produced for it, adhered to the provisions of the national regulations NTP (Peruvian Technical Standards), as well as the international regulations ASTM (American Society for Tests and Materials). Likewise, in this investigation, 36 concrete witness specimens were developed, designed for a resistance of 210 kg/cm².

The study yielded interesting results, such as the fact that the more recycled PET plastic is a substitute for fine aggregate, the weighted average value of compressive strength decreases. Also, it was observed that while more recycled plastic replaces fine aggregate, it decreases in weight. And although the resistance decreases, it was observed that the recycled plastic does not completely prevent the development of the compressive strength value, for which the proportion of recycled plastic that is closest to conventional concrete is concrete with substitution percentage of 5% of PET. Therefore, they yielded average compressive strength values ranging from 65.82% at seven to 86.78% at 28 days.

The lowest average resistance values obtained were shown in the concrete with substitution at 15% of PET, for which the values obtained were 46.35%, at seven days, and 63.64%, at twenty-eight days.

Keywords: Fresh concrete, hardened concrete, polyethylene terephthalate (PET), compressive strength, sampling, testing.

INTRODUCCIÓN

El Presente estudio, está encaminada al análisis de los efectos que el tereftalato de polietileno (PET) pueda tener en la preparación de concreto. Su empleo como material no convencional, es en porcentajes propuestos de 5 %, 10 %, 15 %, en reemplazo del agregado fino.

Este material es un plástico proveniente de la polimerización del etilenglicol con ácido tereftálico, el cual es destinado a la elaboración de envases, vasos, utensilios, entre otros, los cuales son de uso común en la ciudad de Abancay y en el país.

Asimismo, en la actualidad, la contaminación ambiental es un flagelo que se extiende en todo el mundo y la ciudad de Abancay no escapa a este problema, ciudad que tiene a uno de los contaminantes más acentuados, la gran cantidad de desechos plásticos, la misma que no tiene un adecuado manejo o reciclado, lo cual genera una enorme contaminación por el plástico. A ello se suma, que Abancay, en la actualidad, no cuenta con plantas de reciclaje y procesamiento del plástico, solo algunas pequeñas empresas se dedican a su recolección y corte, venta y envió a Lima para su procesamiento.

El reciclar y reutilizar el plástico, tereftalato de polietileno (PET), como material interviniente en la elaboración de concreto y su determinación en el comportamiento mecánico del mismo, es el objetivo principal de esta investigación, para lo cual se buscó el porcentaje óptimo para que pueda brindar un concreto con similares características o superiores a un concreto convencional, de bajo costo y alineado a las exigencias técnicas vigentes.

Finalmente, los materiales comunes utilizados (piedra, arena, cemento, agua), han sido probados en un laboratorio siguiendo los lineamientos y exigencias de las Normas Técnicas Peruanas, se determinó las cantidades requeridas para la elaboración de concreto de resistencia $F'c = 210$ kg/cm².

Para este, fin se elaboró 36 especímenes de concreto, distribuidos en grupos de nueve por cada porcentaje trabajado, así como para el concreto convencional.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento del problema

Uno de los materiales más esenciales empleados en la construcción es el concreto y en la actualidad, es uno de los más utilizados en la ejecución de obras civiles, materiales, entre otros. Es, además, uno de los materiales que ofrece mayor seguridad y es ampliamente utilizado, tanto en el espacio local, como en el contexto nacional e internacional.

Por otro lado, y debido al acelerado crecimiento de la población y a la diversidad geográfica en la que se encuentra el país, la escasez de canteras cerca de las ciudades y el uso desmesurado que se les da, ha llevado a que la mayoría de las edificaciones y viviendas no se rijan por un diseño de mezclas adecuado y, muy por el contrario, se siga utilizando procedimientos empíricos para su elaboración. A ello se suma, la relación entre el desarrollo de la demanda actual en la construcción y la sobreexplotación de las canteras naturales no renovables, lo cual conlleva a elevar los índices de contaminación ambiental actual.

Asimismo, se puede evidenciar, también, el temprano deterioro de las construcciones de concreto y una de los motivos fundamentales de esta dificultad, es el desconocimiento de sus propiedades, la forma de preparación y el manejo adecuado en su colocación y cuidado.

Así, en la producción de elementos para edificaciones, como ladrillos, bloquetas, prefabricados de concreto, etc., estos presentan problemas en su elaboración y manejo, así como problemas por factores climáticos externos, como absorción, humedad, vientos, los cuales afectan y disminuyen drásticamente sus propiedades físicas y mecánicas.

La ciudad de Abancay no está ajena a esta problemática de hoy. En la actualidad, el uso de concreto y bloquetas de concreto en dicha ciudad es muy común, puesto que existen muchas plantas dedicadas a su producción, y en grandes cantidades. Sin embargo, esa producción se hace empíricamente y sin controles de calidad.

Figura 1. Cantera Pachachaca, depredación de canteras en la ciudad de Abancay.



Nota: Elaboración propia.

1.2 Formulación de problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál será la función del plástico reciclado (PET), en el comportamiento mecánico en el concreto para la ciudad de Abancay?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Qué particularidad física debe tener el plástico reciclado (PET) para su uso en la elaboración de concreto para la ciudad de Abancay?
- b) ¿Cuál será la influencia física y mecánica de un diseño de concreto, al añadirle plástico (PET) si se compara con un concreto común para la ciudad de Abancay?

- c) ¿Cuál será la dosificación óptima del plástico (PET), con respecto al diseño de mezclas de concreto para la ciudad de Abancay?

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo general

Precisar la influencia del plástico reciclado (PET), adicionado al concreto para la elaboración de mezclas en la ciudad de Abancay.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Determinar las ventajas que ofrece la adición de plástico (PET) en una mezcla común de concreto para la ciudad de Abancay.
- b) Analizar y comparar la variación de la conducta mecánica del concreto, con y sin la adición de tereftalato de polietileno (PET), realizando pruebas control de la eficacia en el concreto.
- c) Determinar la dosificación óptima de tereftalato de polietileno (PET) respecto a uso de agregados para la preparación de concreto en la ciudad de Abancay, con y sin la adición de tereftalato de polietileno (PET).

Figura 2. Depredación de Canteras en la ciudad de Abancay.



Nota: Elaboración propia.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación técnica

Para producir concreto, es esencial el uso de materiales pétreos (arena y piedra), cuyo fin es disminuir el porcentaje de vacíos, actuar como adherente y proporcionar resistencia en el diseño de mezcla, por lo cual, la utilización de este material no renovable es considerable. Por ello, se busca reducir la utilización desmesurada de los recursos naturales no renovables empleando material reciclado en la producción de concreto, con lo cual se daría una adecuada disposición de residuos contaminantes en la ciudad.

Asimismo, el concreto se puede mejorar por medio de la adición de plástico PET, obtenido de la recolección de residuos y el plástico reemplazaría en ciertos porcentajes a los agregados.

Por otra parte, debido al déficit de controles de calidad en la obtención de agregados pétreos para la preparación de concretos y la escasez de canteras en la ciudad, es necesario la búsqueda de nuevas alternativas para la fabricación de concretos en la ciudad de Abancay.

1.4.2 Justificación económica

El uso de nuevos elementos mejoradores de concreto es cada vez más generalizado en el mercado, debido a que estos prestan mayor grado de seguridad y confiabilidad en la producción de concretos, pero estos, a su vez, elevan el coste de creación del concreto, haciéndolo inaccesible para la población en general. Por ello, se hace necesario la búsqueda de nuevos elementos de menor costo, de fácil acceso y, sobre todo, económicos. El plástico PET, es un material reciclado proveniente del uso diario de las personas y su costo es muy bajo debido a que es material de desecho.

El presente estudio buscó brindar una nueva alternativa para la ciudad de Abancay, cuyo diseño ayudaría a optimizar, economizar y dar mayor calidad al diseño de mezclas. Esto se daría usando materiales reciclados, como los plásticos PET, a los cuales se les dará un nuevo propósito. En el presente caso, el PET será recolectado para después utilizarlo y adicionarlo en determinados porcentajes en la mezcla total de agregado grueso.

1.4.3 Justificación ambiental

La producción de concreto conlleva al consumo de recursos naturales del tipo no renovables, como los compuestos pétreos que se extraen de las canteras o algunas otras fuentes naturales. Asimismo, la sobreexplotación actual conlleva directo a un problema de contaminación y depredación de la flora y fauna en las zonas de explotación, lo cual, con la época, se hizo un problema agudo, que repercute en daño a la ecología.

Por ello, la utilización de residuos inorgánicos y la no clasificación de estos en nuestro medio generan cantidades significativas de desecho, las cuales, en su gran mayoría, se les da un mal manejo porque son eliminadas de forma equivocada y ello incrementa la

contaminación del medio ambiente. Una alternativa para darle el adecuado fin a estos desechos, es su clasificación y reutilización en la preparación de concreto.

Figura 3. Acumulación de desechos en la ciudad de Abancay.



Nota: Elaboración propia.

1.5 Importancia

El fin de este trabajo, es proponer un nuevo empleo y utilización del excedente del plástico PET, en la fabricación de concreto, con el objetivo de conseguir características superiores respecto a un concreto usual, de acuerdo a las exigencias mecánicas y físicas a la que es sometido, dándole un nuevo fin y una nueva utilidad a ese excedente de material, como es este material reciclado.

Figura 4. Tereftalato de polietileno (PET).



Nota: Tomada de Compromiso Empresarial [Fotografía], 2021, www.compromisoempresarial.com.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

El empleo de tereftalato de polietileno (PET), en el diseño de mezclas de concreto, es favorable y mejora el comportamiento mecánico hasta en 3 % más, frente al concreto convencional.

1.6.2 Hipótesis específicas

- a) El plástico reciclado (tereftalato de polietileno PET), que tenga tamaños entre 2 a 5 mm, uniformidad, coloración, textura, libres de aceites y algunos otros contaminantes, será las características adecuadas para realizar la combinación de mezclas de concreto con agregados de plástico reciclado, (tereftalato de polietileno PET).
- b) Realizado los ensayos de compresión en el concreto con adición de tereftalato de polietileno (PET), este presentara una resistencia mayor a compresión frente al concreto sin la adición de material reciclado.
- c) La dosificación del tereftalato de polietileno, en proporciones de 5, 10, 15 %, optimizará el empleo de agregados y disminuirá el costo de producción de concreto.

1.7 Descripción de las variables

1.7.1 Variable independiente

- Tereftalato de polietileno (PET).

1.7.2 Variable dependiente

- Diseño de mezcla para concreto de resistencia $F'c=210$ kg/cm² con sustitución de

tereftalato de polietileno.

- Características del tereftalato de polietileno (PET).
- Costo de producción con y sin la sustitución de tereftalato de polietileno (PET), para la realización de concreto.
- Solidez a la compresión del concreto con y sin sustitución de tereftalato de polietileno (PET).

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Para el desarrollo de esta investigación se presentan investigaciones previas realizadas en el espacio nacional y mundial, por intermedio de las cuales se tiene referencia para el desarrollo y avance de la actual indagación.

2.1.1 Antecedentes nacionales

(Marquez, 2019), desarrolló el uso de diversos plásticos reciclados como aditivo alternativo a la combinación del concreto, con el propósito de minimizar el impacto ambiental producto de la contaminación del plástico. Estableció que se debe adicionar 4.60 kg por m³ de concreto, con la finalidad de un mejor control y, al realizar un análisis comparativo, se hizo ensayos para analizar el valor de resistencia a compresión, así como de tensión de flexión y compresión diametral. Se determinó, que el plástico reciclado como elemento aditivo es una alternativa factible, sobre todo, el uso de propileno que mejora la resistencia a esfuerzos.

Por su parte, (Reyes, 2018), en su estudio, señala que tomó como objeto de estudio un diseño de concreto con solidez y resistencia de 210 kg/cm², utilizando material de la cantera de Jicamarca para la arena, y la cantera de Seonig para el material pétreo (grueso). El diseño se desarrolló aplicando el método ACI y a partir de este diseño de mezcla patrón se tomó otros seis diseños de mezcla con sustituciones de 0.5 %; 1 %; 1,5 % (PET) reciclado, con respecto al peso del cemento, con lo cual se obtiene la reducción del valor de la cantidad de peso en el cemento. En el control de la prueba de tracción por compresión diametral, no registró ningún tipo de

influencia. Asimismo, en los controles para ensayos de flexión, se obtuvo mejoras hasta en 5 % si se compara con el concreto que se diseñó como patrón.

Para los últimos tres diseños empleados en la investigación, con las mismas cantidades de PET, se adicionó 0.7 % el plastificante comercial denominado *Visco Crete 1110*, con lo cual se obtuvo el mejoramiento del asentamiento diferencial, incrementando el valor de resistencia a sollicitaciones de compresión, tracción diametral y flexibilidad en relación a la mezcla de concreto patrón.

De otro lado, en la investigación de (Lector & Villareal, 2019), se tuvo como objetivo central, el reciclar al mismo tiempo disminuir el impacto ecológico negativo generado por la contaminación de plásticos PET. Se trabajó con un modelo patrón de $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ y de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, y para ello se usó agregados de la cantera *La sorpresa*, de Nuevo Chimbote. Para dicho diseño, se aplicó el método ACI.

Posteriormente, se tomó en cuenta la muestra patrón y se elaboró otros preparados de mezcla reemplazando distintos porcentajes de PET. Se observó la relación inversamente proporcional de la disminución de la densidad del concreto con el incremento de adición del plástico. Disminuyó de 13 % a 5 % y su principal singularidad fue la aglomeración de partículas en la mezcla, las cuales sufren un incremento de aire cuando el concreto se encuentra en estado fresco y donde se podría producir una falla. Además, el volumen del concreto aumentó en 10 % debido a la elaboración de concreto con adición de plástico reciclado PET.

2.1.2 Antecedentes internacionales

(Quintero & Mahecha, 2016), desarrollan su indagación con la finalidad de buscar una cantidad óptima de agregado de plástico PET del 0 %, 10 %, 20 % y 30 %, en un preparado de concreto. Todo ello, con el objetivo de proveer una serie de mejoras sobre las posesiones

mecánicas de un concreto convencional. Asimismo, se ha establecido que dicha adición no contribuye a la mejora de la resistencia estructural, pero se obtuvo como resultado el incremento en valor de resistencia sometido a flexión conforme aumenta el porcentaje de adición de PET (1,5 % en adición de 30 % PET), aunque el valor de la resistencia a la compresión se reduce en una cantidad superior cuando se adiciona similares cantidades de PET (- 6,9 % en adición de 30 %).

Finalmente, (Caballero & Florez, 2016), en su investigación, estudió la resistencia de bloques de cemento a partir de la sustitución del agregado selecto por el plástico PET, en 12,5 %, 25 % y 37,5 % de material triturado que proviene del reciclaje de plásticos, los cuales fueron utilizados para la preparación de unidades de concreto, de acuerdo a las normas NSR-10 y las reglas técnicas colombianas, NTC, las cuales establecen parámetros de resistencia, densidad, absorción y humedad. Asimismo, sus resultados de resistencia a compresión, absorción y densidad, entre otros, indican que para la sustitución de 37,5 %, se redujo en 2 % el volumen respecto a los bloques convencionales. Para resistencias mayores que lleven sustituciones de 12,5 % y 25 % de agregado, el porcentaje de absorción cumplió, al obtener escalas bajas de 11,9 % y 11,8 % para las respectivas dosificaciones. Sin embargo, la resistencia de los bloques de concreto disminuyó, siendo estos adecuados para el uso de tabiques o cerramientos no portantes.

2.2 Concreto

2.2.1 Definición

Es el conglomerado de materiales, cuyos componentes son agregados selecto y duro, así como agua y cemento. Es un material muy manejable y moldeable durante su estado fresco y muy denso durante su estado endurecido.

Como objeto de estudio, es importante conceptualizarlo, así como sus elementos y propiedades.

Respecto a la definición del concreto, también (Pasquel C, 1998), señala que:

“El concreto es una combinación proporcional de materiales como son, arena o grava y gravilla (también llamado agregados), cemento y agua que una vez se inicia con la mezcla se denota una estructura plástica. El concreto es un material que para lograr una consistencia solida o dureza solo necesita agua durante la mezcla”. (pág.11)

2.2.2 Materiales componentes del concreto

Es necesario conocer su comportamiento y la interrelación de los componentes del concreto, puesto que estos son los que establecen su peculiaridad.

2.2.2.1 Cemento

Este material, es el resultado de la cocción de arcilla y caliza, triturados y calcinados en un horno de alta temperatura, que luego se enfría y muele hasta la obtención del polvo gris. Su uso en la industria de la construcción es frecuente, así como en la fabricación de morteros y concretos, en el cual se emplea el cemento Portland, el cual, por sus propiedades fisicoquímicas, debe cumplir estándares de calidad.

Asimismo, (Pasquel C, 1998), lo define:

“Es un aglomerante hidrófilo, efecto del calcinamiento de piedras calizas, arenosas y arcilla, de manera de obtener un harina muy selecto que en presencia de agua se consolida, logrando propiedades duras y aglutinados”. (pág. 17)

2.2.2.1.1 COMPONENTES DEL CEMENTO

El cemento se compone de los siguientes elementos:

Tabla 1. Primordiales insumos del cemento Portland

Nombre del Componente	Composición oxida	Abreviatura
Silicato Tricálcico	$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	C_3S
Silicato Bicálcico	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	C_2S
Aluminato Tricálcico	$3\text{CaO}\cdot\text{AlO}_3$	C_3A
Aluminoferrito tricálcico	$4\text{CaO}\cdot\text{AlO}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF
Yeso	$\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	SO_3

Nota: Tomada del "Tecnología del concreto", (Abanto Castillo, 2009, pág. 16),

Según (Abanto Castillo, 2009), los componentes que forman del cemento Portland son los siguientes:

"El silicato tricálcico (C_3S), es el que origina la alta resistencia originario del cemento Portland absorbido. La fuerza del C_3S con agua desase gran cuantía de calor (calor de hidratación). La prisa de la tiesura de la pasta de cemento es claramente conforme con el calor de hidratación.

El silicato bicálcico (C_2S), es el ocasionante primordial de la solidez posterior de la pasta de cemento.

El aluminato tricálcico (C_3A), el yeso agregado al cemento Portland durante la trituración molienda en el proceso de fabricación se combina con el C_3A para controlar el tiempo de fraguado.

La aluminoferrita tricálcica (C_4AF), es parecido al C_3A porque se hidrata con prisa y solo desarrolla baja resistencia". (Pág. 16)

2.2.2.1.2 CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO

En el mercado se tienen distintas variedades, tipos y clases de cemento y se clasifican según la normativa ASTM C-150, la cual define un total de cinco tipos diferentes de cemento.

Abanto Castillo, (2009), Considera que: “De acuerdo con las especificaciones de la norma ASTM C-150, se tiene cinco tipos de cemento Portland y sus propiedades son las siguientes:

TIPO I, es el cemento propuesto a labores de concreto en general, cuando en las mismas no se define el uso de los otros cuatro tipos de cemento.

TIPO II, el cemento propuesto a obras de concreto en general y obras exhibidas a la acción donde debe realizarse con sobrio calor de hidratación.

TIPO III, es el cemento de alta resistencia inicial, desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos por cemento tipo I o tipo II.

TIPO IV, es el cemento del cual se requiere baja calor de hidratación.

TIPO V, es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar”. (pág.17)

Al respecto, (Riva López, 2010), señala que en el país solo se utiliza y fabrica los cementos de tipo I, II y V (pág. 96).

2.2.2.1.3 ENSAYOS DEL CEMENTO

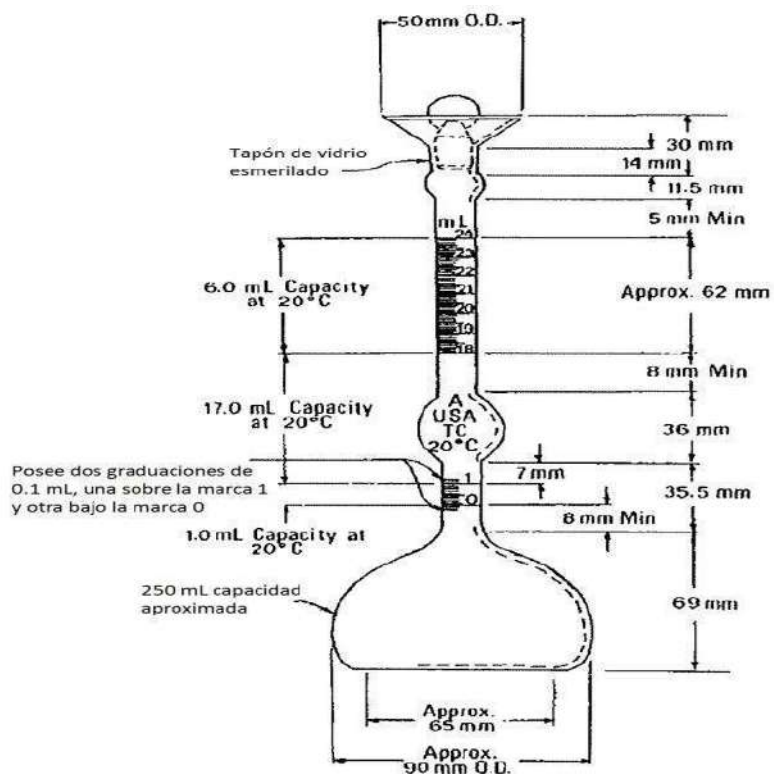
a) Peso específico

Es la unidad de volumen de los sólidos. Su medición se da a través de un recipiente de

Le Chatelier, como se muestra en la Figura 4. La Norma ASTM C188-95 establece el procedimiento para obtener la densidad del cemento, de la siguiente manera:

- El frasco de *Le Chatelier* debe estar limpio, sin residuos ni humedad o cualquier otro material ajeno.
- Se debe llenar el frasco de *Le Chatelier* con kerosene o nafta de 0 a 1 ml, secar el cuello del frasco.
- Se debe introducir el frasco de *Le Chatelier* en agua hasta obtener temperaturas menores a 0.2°C en la parte interior del frasco, esto, para evitar la disminución del líquido interior del frasco cuando inicie la liberación de burbujas de aire por parte del cemento. Se anota, en la hoja registró, el volumen interior del frasco, así como la temperatura ambiente.
- Se debe tomar una pequeña muestra de cemento de 64 ± 0.05 gr y colocarla en el interior del frasco evitando que no se impregne el cemento en la parte baja del frasco que esté sobre el nivel del líquido. Para este fin. se puede usar un embudo o un equipo vibratorio para que la colocación del cemento sea más rápida.
- Se debe colocar el tapón del frasco y realizar giros levemente en posición inclinada u horizontal en forma de círculos con el fin de liberar el aire del cemento hasta no tener presencia de pequeñas burbujas en la parte superficial del frasco.
- Se debe introducir el frasco en agua y manejar la temperatura interna, medir el volumen y registrarlo.

Figura 5. Esquema frasco de *Le Chatelier*



Nota: Frasco de Le Chatelier, tomado de la norma (ASTM C188-95, 2003, pág. 1).

<https://es.scribd.com/document/455708896/ASTM-C-188>

Para conseguir el valor del peso específico del cemento se hace uso de la siguiente ecuación:

$$C d. = \frac{M}{(V_f - V_i)}$$

$$C p. e. r = \frac{C d.}{(H_2O)}$$

Donde:

M: Peso de la muestra.

Vf: Volumen final del líquido (cm³).

Vi: Volumen inicial del líquido insertado al frasco (cm³).

C d.: Densidad del cemento, (g/cm³).

C p.e.r: Peso específico relativo del cemento, (g/cm³)

2.2.2.2 EL AGUA

El agua en la producción de concretos es un elemento primordial porque le otorga cualidades de lubricación, trabajabilidad e hidratación al concreto.

La norma que rige los requisitos del agua a usar en la preparación de concretos es la NTP - 339.088. Señala que se debe tener en cuenta ciertos cuidados en la utilización de agua para la elaboración de concretos.

Al respecto, y de acuerdo con (Rivva Lopez, 1992):

“Se debe evitar la utilización de aguas que provengan de minas o contengan algas, residuos industriales, sulfatos al 1 %, materia orgánica, humus, azúcares o descargas de desagüe, y aguas que sujeten proporciones significativas de sales de sodio o de potasio derretidas, en todos aquellos casos en que la reacción álcali-agregado. En el caso del uso de aguas no potables estas serán empleadas previo análisis y deben estar limpias de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otra sustancia que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos. Asimismo, se debe evitar

aguas con contenido alto en sales, puesto que afectan la resistencia y inmovilidad de corpulencia del concreto, así como también en el refuerzo del acero. La eficacia del agua debe efectuarse con los valores indicados en la Tabla 2-2, estos analizados y aprobados en el laboratorio”. (pág. 24)

Tabla 2. Parámetros y límites químicos del agua para su manejo en la preparación de concretos.

	LÍMITE MÁXIMO (ppm)	MÉTODO DE ENSAYO
Cloruros como CL ppm.		
- <i>En concreto pretensado, tablero de puentes, o designados de otra manera</i>	500	NTP 339.076
- <i>Otros concretos reforzados en ambientes húmedos, o que contengan aluminio embebido o metales diversos con formas metálicas galvanizadas permanentes</i>	1000	NTP 339.076
Sulfatos como SO ₄ , ppm	3000	NTP 339.074
Alcalis como (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O), ppm.	600	ASTM C 114
Sólidos totales por masa, ppm.	50 000	ASTM C 1603

Nota: Parámetros y límites del agua, tomado de (NTP 339.088, 2006), pág. 10

2.2.2.3 Los agregados

La NTP 400.011, dentro de su estructura, define a los agregados de la siguiente manera: Partículas de origen pétreo, las cuales se originan de la desintegración, tanto en forma natural o artificial.

Dichos materiales a utilizarse deben cumplir con lo exigido en la normativa NTP. 400.037, así como la ASTM C 33.

2.2.2.3.1 Agregado fino

Al respecto, (Abanto Castillo, 2009), argumenta que este agregado de origen pétreo proviene de procesos de desintegración artificial y natural, el cual deberá atravesar por un tamiz de 3/8", pero que no es capaz de atravesar la malla N° 200.

El proceso disgregación natural en las rocas origina arena y debido a las corrientes de aire o las corrientes fluviales, esta se desplaza hasta acumularse en ciertos lugares denominados bancos de arena.

Asimismo, el EM 2000 del MTC E204-2000 se fundamenta en las normas ASTM 136 y AASHTO, las cuales señalan que el tamiz 4.75mm (N°4) separa en dos tamaños las muestras para mezclas, tanto de agregados gruesos, como finos.

a). Características granulométricas

- **Granulometría**

Mediante el desarrollo de este ensayo se determinará la composición granulométrica y su distribución de acuerdo a sus tamaños. El agregado fino aporta plasticidad y relleno de los espacios vacíos, con lo cual da suspensión a los agregados gruesos, lo que mejora, tanto la trabajabilidad, como la resistencia en la composición de concreto.

Se considera agregado fino al material retenido desde las mallas de 3/8" a la malla N° 100, comprendiendo así también los márgenes pasantes para cada malla establecidos en norma NTP 400.037.

Tabla 3. Límites granulométricos del agregado fino

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9.5mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (N°4)	95 a 100
2.36 mm (N°8)	80 a 100
1.18 mm (N°16)	50 a 85
600 μm (N°30)	25 a 60
300 μm (N°50)	05 a 30
150 μm (N°100)	0 a 10

Nota: Tomada de (NTP 400.037, 2014), p.8.

- **Módulo de fineza**

Este se obtiene mediante la suma de los porcentajes acumulados depositados en los tamices de 3/8" a N°100 (series de Tyler), todo dividido por 100, de acuerdo a lo exigido en la NTP 400.011.

Al respecto, (Abanto Castillo, 2009), lo define como:

“Es un índice cercano del tamaño medio de los agregados. Entonces este índice es bajo, entonces hace entender que el agregado es fino, cuando el índice es más alto es lo contrario. Entonces el módulo de Fineza no posibilita distinguir el granulado, pero en los agregados que se encuentran en los niveles de porcentaje especificado en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos. El módulo de fineza del agregado grueso es menos usado que el de la arena, para su cálculo se usa el mismo criterio que para la arena, o sea se suma los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: 3, 1 1/2, 3/4, 3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividida entre 100”. (pág. 29)

b). Características físicas

- **Contenido de humedad**

La NTP 339.127, lo define como la variación porcentual del peso en una muestra dada. Para compensar el agua absorbida por el concreto, se debe agregar más agua, pero si la humedad se encuentra superior a la absorción, el agua que se adicionará será menor. Es importante controlar el agua añadida para el concreto, esto debido a que entonces se deberá ajustar a la relación del agua y el cemento, puesto que, si el agua utilizada para la mezcla aumenta, disminuye la resistencia y en caso de que la humedad disminuya, este no será trabajable.

$$\begin{aligned} & \% \text{ C. H. del Agregado Fino} \\ & = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} * 100 \end{aligned}$$

- **Porcentaje de absorción**

Pudiendo definir de acuerdo a lo indicado en la NTP 400.022, como el máximo de agua absorbida por un agregado sumergido, expresado en un valor porcentual con respecto al peso del agregado seco.

$$\%Abs = \frac{500 - W_o}{W_o} x 100$$

Donde:

W_o : Peso de muestra seca.

% Abs: Valor porcentual de absorción

- **Peso unitario**

La Norma (NTP 400.017, 1999), indica que el procedimiento de prueba cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en los agregados, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm”.

El peso estimado de un agregado, debe tener un determinado volumen unitario donde influye la gravedad, deben considerarse factores externos como grado de compactación impuesto y diámetro nominal máximo y la relación de volumen.

- **Peso Unitario Suelto (PUS)**

Para la realización del ensayo el material se colocará de forma suave y libre en un contenedor de volumen y peso conocido coincidiendo con el nivel de desbordamiento. Posteriormente, se nivela el ras con una cuartilla y se procede a su pesaje y registro.

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

- **Peso Unitario Compactado (PUC)**

Mediante esta prueba se estimará el valor alcanzado mediante la compactación del material en un recipiente de volumen y peso.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

- **Peso específico**

Relación del peso de un ejemplar de agregado con relación al peso y volumen de una fracción de agua, considerando su temperatura y peso en el aire. El conocimiento del peso específico incide en la cuantificación de volúmenes de los agregados a utilizarse.

- **Contenido de materia orgánica**

En los agregados se puede hallar contenidos altos de materia orgánica y de forma visible, los cuales son los menos perjudiciales, tales como pequeñas raíces, tallos u otro material, los cuales son fácilmente retirados, pero los que son de significativa cantidad, son los no visibles, los cuales son materiales orgánicos que quedan impregnados en los granos del agregado fino. La gran cantidad de estos puede causar serias reacciones químicas, las cuales provocan que el concreto produzca resistencias menores a las del diseño o pueda retardar el tiempo de fraguado en una mezcla de concreto.

Los agregados expuestos al peligro de arrastre son de tipo nocivo de sustancias y pueden provenir de áreas ganaderas, o de cierta clase de cultivos (caña de azúcar, especialmente), o bien de donde se produzca concentración de ácido tánico o húmico, derivado de la abundancia de follaje (Gomezjurado Sarria, 1997).

Para determinar la materia orgánica, se usará el método de ensayo cualitativo de impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto NTP 400.024, el cual es proporcionar una advertencia sobre el posible contenido de impurezas orgánicas en el agregado fino mediante la coloración que tome la solución de hidróxido de sodio.

Tabla 4. Valores de coloración para material orgánico.

COLOR GARDNER STANDARD N°	PLACA ORGANICA N°
5	1
8	2
11	3 (standard)
13	4
16	5

Nota: Tomado de "Manual de Ensayos de Materiales" MTC, 2016), pág. 250

2.2.2.3.2 AGREGADO GRUESO

Este agregado es uno de los materiales principales más utilizados para la preparación de concretos. Dicho agregado es un material que procede de la trituración de una roca o de grava o por mezcla de ambas será retenido en la malla N° 4”, pudiendo ser este: grava, piedra chancada o partida.

Asimismo, (Abanto Castillo, 2009), lo define como:

“Al material retenido en el tamiz ITINTEC 4.75 mm (N° 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037. El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.” (pág. 26).

El origen de este tipo de agregados proviene de las rocas que pasan por un proceso de desintegración, ya sea de forma natural o artificial, las cuales posteriormente son seleccionadas. Para certificar la calidad de este tipo de agregado, este pasa por controles de calidad en el laboratorio, y al analizarlo debe ser resistente, limpio de partículas y con angularidad en sus bordes y de superficie rugosa esenciales para la preparación de un concreto.

a) Características granulométricas

ITINTEC 400.037 y la normativa ASTM C 33 establecen los límites en los tamaños en el agregado grueso.

Tabla 5. Límites granulométricos del agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS PARA CADA HUSO GRANULOMETRICO													
		100mm	90mm	75mm	63mm	50mm	37,5mm	25mm	19mm	12,5mm	9,5mm	4,75mm	2,36mm	1,18mm	4,75µm
		4 pulg	3 ½ pulg	3 pulg	2 ½ pulg	2 pulg	1 ½ pulg	1 pulg	¾ pulg	½ pulg	3/8 pulg	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 50
1	90mm a 37.5mm	100	90 a 100	0	25 a 60	0	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0	0
	(3½ Pulg a 1½ Pulg)														
2	63mm a 37.5mm	0	0	100	9 a 100	35 a 70	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0	0
	(2½ Pulg a 1½ Pulg)														
3	50mm a 25mm	0	0	0	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0
	(2 Pulg a 1 Pulg)														
357	50mm a 4.75mm	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0	0 a 5	0	0	0
	(2 Pulg a Nº4)														
4	37.5mm a 19mm	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0
	(1½ Pulg a ¾ Pulg)														
467	37.5mm a 4.75mm	0	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0 a 5	0	0	0
	(1½ Pulg a Nº4)														
5	25mm a 12.5mm	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0	0	0	0
	(1 Pulg a ½ Pulg)														
56	25mm a 9.5mm	0	0	0	0	0	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	0	0	0
	(1 Pulg a 3/8 Pulg)														
57	25mm a 4.75mm	0	0	0	0	0	100	95 a 100	0	25 a 60	0	0 a 10	0 a 5	0	0
	(1 Pulg a Nº4)														
6	19mm a 9.5mm	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	0	0	0	0
	(¾ Pulg a 3/8 Pulg)														
67	19mm a 4.75mm	0	0	0	0	0	100	90 a 100	0	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0	0	0
	(¾ Pulg a Nº4)														
7	12.5mm a 4.75mm	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	0	0	0
	(½ Pulg a Nº4)														
8	9.5mm a 2.36mm	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	0
	(3/8 Pulg a Nº8)														
89	9.5mm a 1.18mm	0	0	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 35	5 a 30	0 a 10	0 a 5
	(3/8 Pulg a Nº16)														
9	4.75mm a 1.18mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5
	(Nº4 a Nº16)														

Nota: Tomado de (NTP 400.037, 2014), pág. 20

- **Módulo de fineza**

(Abanto Castillo, 2009), lo define como:

“Es un índice cercano al tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es menor indica que el agregado será fino y cuando este índice que es mayor es lo contrario. El módulo de finura no diferencia las granulometrías, pero si estos se encuentran dentro de los porcentajes granulométricos, servirá para controlar la uniformidad de estos.

Para la obtención del módulo de fineza en el agregado grueso se seguirá el mismo procedimiento que en el agregado fino, se toma todos los porcentajes retenidos acumulados en las mallas 3, 1 1/2, 3/4, 3/8, N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 dividida entre 100”.

$$M_f = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos (3, 1 1/2, 3/4, 3/8, N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}}{100}$$

- **Tamaño nominal máximo**

Con base en la NTP 400.037, es posible definir al tamaño máximo nominal como tamiz menor a través del cual atraviesa la totalidad de la muestra del agregado grueso. Las granulometrías son variadas y se deben ubicar en un uso granulométrico, siendo variables de acuerdo con la cantera y la zona en la que se ubican.

b). Características físicas

- **Contenido de humedad**

Corresponde a la proporción de agua atrapada de forma natural del agregado y estará relacionada con el peso seco del agregado grueso.

Es muy importante conocer dicho parámetro, puesto que este establece la relación agua cemento en un diseño de mezcla de concreto.

$$\% C, H. del A. Grueso = \frac{(Peso Húmedo - Peso Seco)}{Peso Seco} * 100$$

- **Peso específico**

Es la relación de los pesos de una muestra de agregado con relación al peso y volumen de una fracción de agua, considerando su temperatura y peso en el aire. El conocimiento del peso específico incide en la cuantificación de volúmenes de los agregados a utilizarse.

Para el cálculo de los pesos específicos se emplean estas fórmulas:

$$Peso\ Específico\ de\ Masa = \frac{A}{(B - C)}$$

$$Peso\ Específico\ Aparente = \frac{A}{(A - C)}$$

$$Peso\ Específico\ SSS = \frac{B}{(B - C)}$$

Donde

Pesos específicos.

A : Peso seco de muestra, expresado en gramos.

B : Peso superficialmente saturado de la muestra (SSS), expresado en gramos.

C : Peso sumergido de la muestra en agua, expresado en gramos.

- **Porcentaje de absorción**

La proporción de absorción será la relación del peso seco de la muestra con respecto al incremento del peso de la misma al penetrar agua en sus poros mientras es

sumergida en agua durante un lapso de tiempo, es decir la diferencia de pesos entre un material seco y uno saturado expresado en porcentaje.

Para lo cual se emplea la siguiente expresión:

$$\% \text{ de Absorción del Agregado Grueso} = \frac{D - S}{S} \times 100$$

Donde

S : Peso del agregado seco.

D : Peso superficialmente seco del agregado.

- **Peso Unitario**

Como se ha mencionado, la NTP 400.17 establece el procedimiento que debe llevarse a cabo para obtener el valor del peso unitario en el agregado grueso, tanto del suelto como del compactado. se obtiene a partir del mismo procedimiento, los cuales aplican en el agregado fino y el agregado grueso.

- ✓ **Peso Unitario Suelto (PUS)**

Para la realización del ensayo el material se colocará de forma suave y libre en un contenedor de volumen y peso conocido, el cual coincida con el nivel de desbordamiento, posterior a ello se procede a nivelar el ras con una cuartilla y se procede a su pesaje y registro.

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

- ✓ **Peso Unitario Compactado (PUC)**

Por medio de este tipo de ensayo se logra determinar de manera efectiva el valor de la compactación del agregado grueso, para lo cual se utiliza la relación entre un recipiente de volumen y peso conocido y el material compactado a rellenar en dicho

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

recipiente.

c) Características de resistencia

- **Resistencia a la abrasión**

Es una cualidad física que tienen los agregados gruesos, los cuales resisten a la desintegración, desgaste o roturas producto de la abrasión. Es necesario tener conocimiento de este factor, ya que incide en la calidad de la fabricación de concretos que se expondrán a cargas abrasivas continuas.

Para determinar la resistencia del agregado, es preciso realizar el ensayo conocido como la prueba de abrasión Los Ángeles, según lo normado en la NTP 400.019. Dicho ensayo será la medición de la degradación del agregado grueso sometido a la simulación de fuerzas abrasivas mediante el uso de esferas de acero en un cilindro giratorio aplicando determinadas revoluciones durante un lapso de tiempo. Posteriormente, dicho material es extraído con cuidado del tambor giratorio y separado de las esferas abrasivas y luego pasa por el tamiz número 12". Dicho material retenido es pesado y registrado.

Para la obtención del valor del ensayo de abrasión en el agregado grueso se emplea la siguiente ecuación:

$$\% Desg = 100 * \left(\frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} \right)$$

Donde:

% Desg: Pérdida porcentual de la muestra.

P inicial: Peso inicial de la muestra.

P final: Peso final de la muestra.

2.2.3 Concreto fresco

Sera todo concreto recientemente elaborado, el cual se caracteriza por su estado de tipo plástico y además moldeable, sobre el que todavía no inicia el proceso ni de fraguado ni de endurecimiento y que eventualmente tomará la forma de acuerdo a su encofrado.

El grado de compactación altera directamente la condición en el concreto, por ello es primordial que la manejabilidad y la consistencia sean óptimas para un adecuado traslado, colocado, compactado, con lo cual se evita la segregación de este.

2.2.3.1 MANEJABILIDAD DEL CONCRETO FRESCO

La manejabilidad representa el grado de plasticidad de un preparado de cemento y sus agregados, lo cual facilita su traslado, distribución y compactación. Por su parte, su nivel de control es relativo debido a que un concreto muy plástico y no necesariamente resulta óptimo.

El método más común utilizado para estimar la trabajabilidad en concreto es por medio del ensayo de trabajabilidad “slump o cono de Abrams”, prueba con la cual se obtiene un resultado de aproximación numérica.

2.2.3.1.1 FACTORES QUE AFECTAN LA MANEJABILIDAD

a) El cemento

El cemento cumple la función principal al actuar como conglomerante hidráulico y formar una pasta que actúa como lubricante y rellena espacios de las partículas en los agregados antes de su endurecimiento. También dependerá de su composición química, temperatura y grado de hidratación.

b) El contenido de agua

Uno de los principales elementos en la elaboración de concretos es el agua, el cual permite el desarrollo de la capacidad ligante entre el cemento y el agregado. Además, debido a ello, aumenta la lubricación entre los componentes de la mezcla.

El manejo erróneo de la relación agua/cemento conlleva a tener problemas de consistencia del concreto. Mientras más cantidad de agua, mayor será la fluidez de la mezcla, lo cual conduce a perder la resistencia requerida. Mientras menor sea la cantidad de agua, se reducirá la plasticidad de estas, además disminuirá su trabajabilidad, con lo cual se genera vacíos cuando el concreto esté endurecido.

c) El equilibrio de los agregados

En cuanto a todos aquellos agregados a utilizarse al preparar concretos, estos deberán estar dentro de los parámetros exigidos, entre los cuales es posible mencionar la granulometría, el módulo de finura, la resistencia, la absorción, la humedad, la porosidad, el peso específico, los pesos unitarios, entre otros, todas ellas asociadas a una serie de ensayos que permita compararla con los valores de referencia establecidos, para su posterior aprobación y uso.

La ausencia de controles de calidad en los agregados produce desequilibrio en el comportamiento mecánico del concreto, debido al desconocimiento de las propiedades propias de los agregados a utilizarse, lo cual genera variaciones durante su preparación.

2.2.3.1.2 Pruebas de manejabilidad

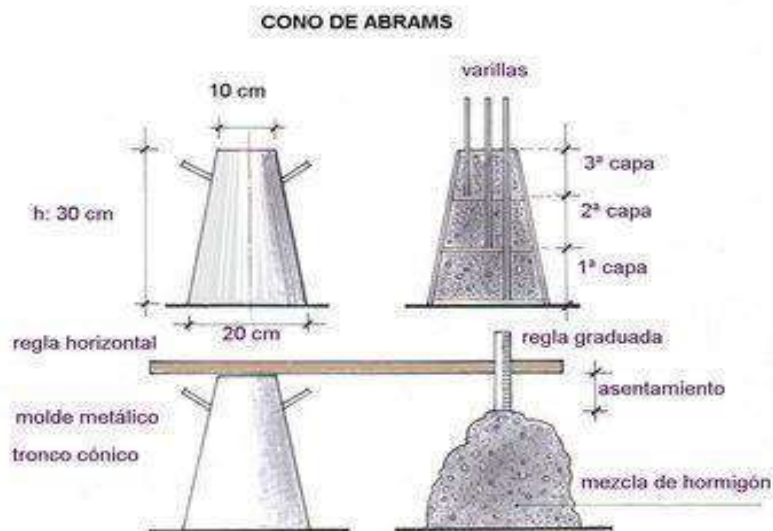
a) Prueba de revenimiento (ASTM C143-78)

Esta prueba ofrece la posibilidad de conocer el valor del revenimiento o asentamiento en una mezcla de concreto utilizada, comprendido entre la variación de la

altura máxima de la mezcla al retirar el cono con respecto a la altura superior marcada por la varilla en el cono, dicha prueba permite determinar la consistencia de un concreto.

Para la ejecución de este ensayo se emplea como equipo de medición el *Cono de Abrams* y la prueba de Slump, el cual comprende en rellenar un cono truncado de metal ligero de dimensiones de altura de 12 pulg y una base de 8 pulg la abertura superior de un diámetro de cuatro pulgadas, para lo cual dicho cono se apoyará sobre cualquier superficie que sea plana y se llenará en un total de tres (03) partes iguales con concreto, debiéndose, además, cada parte varillarse 25 veces usando una varilla lisa de 5/8". Una vez rellenado, el cono se enrasa para posteriormente ser retirado cuidadosamente. Posterior a ello, se mide las alturas superiores del cono invertido y la elevación superior de la mezcla. Los revenimientos normales tendrán valores que fluctúan de 5 cm a 10 cm, los revenimientos altos fluctuarán entre 10 cm a 15 cm y los revenimientos bajos fluctuarán por debajo de los 5 cm. Se deberá procurar siempre obtener un revenimiento de rango normal.

Figura 6. Equipo de Medición Slump Cono de Abrams.



Nota: Tomado de (Construmatica, 2009).

https://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Cono_de_Abrams.jpg#filehistory

b) Segregación

La segregación es la separación de los agregados que conforman una mezcla de concreto, producida por un mal colocado, traslado o vibración, lo que producirá que el concreto endurecido sea más débil y propenso al ingreso de agentes contaminantes y tenga un acabado deficiente en su superficie.

Se cuenta con dos tipos de segregación en el concreto. En la primera, las partículas de tamaño grande tendrán tendencia a distanciarse en comparación a las partículas de tamaño pequeño, sufriendo este desplazamiento generalmente en superficies con pendientes pronunciadas. La segunda forma se presenta generalmente en mezclas que contienen mayor cantidad de agua (separación de la lechada).

c) Exudación

Corresponde al fenómeno que se caracteriza por el ascenso del agua en la mezcla hacia la superficie de un concreto durante la etapa de fraguado, como consecuencia al irse compactando lo que provoca una distribución defectuosa con presencia de vacíos y cangrejeras.

Una de las razones más comunes para que el efecto de exudación se presente en una mezcla es el exceso de vibrado y compactado en el concreto al momento de su colocación, lo cual es perjudicial para el adecuado manejo de este.

2.2.4 Concreto endurecido

Una vez iniciado el proceso de fraguado, el concreto cambia de condición, de plástica a condición rígida, y a esto se denomina endurecimiento del concreto. En esta condición, el concreto desarrolla propiedades de resistencia a la compresión, flexión e impermeabilización. Siendo la más resaltante la propiedad de resistencia a compresión.

También (Neville A. M. & Brooks J. J., 1998) indican que la resistencia a compresión del concreto es la característica más importante en un concreto endurecido, así como también pueden ser otras como la impermeabilidad, estabilidad en volumen y durabilidad, por lo que el valor de la resistencia a la compresión da a conocer la calidad del concreto endurecido.

2.2.4.1 RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Es el comportamiento mecánico principal del concreto, cuya característica fundamental es la de resistir esfuerzos de cargas determinados por unidad de área. La verificación de un concreto diseñado se determina por medio de un ensayo comúnmente denominado como prueba de resistencia a la compresión, el cual consiste en someter una unidad de área del concreto a una determinada carga. Este ensayo se da a partir de briquetas, en el cual se evalúa la calidad de un concreto según las técnicas y procedimientos señalados en la normativa ASTM C31 y la NTP 339.033.

Otro autor menciona lo siguiente:

“La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad”. (Rivva Lopez, 1992, pág. 36)

2.2.4.2 AGENTES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN

La concentración de agua y cemento en la pasta incide directamente en la resistencia del concreto, puesto que el cemento es el elemento con mayor grado de incidencia en la mezcla, donde se podría decir que mientras se agregue más cemento, mayor será la resistencia.

Los agentes que alteran directamente la resistencia de la compresión serán cuatro: el tipo de cemento, el contenido de cemento, las condiciones del curado y la relación agua cemento.

2.2.4.3 DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Con el fin de alcanzar la resistencia deseada en el concreto, una vez que las muestras estén en estado ya endurecido, se procederá a realizar el proceso de curado, y paralelamente a ello se realizará control del progreso de la resistencia a compresión mediante la fractura de probetas de concreto durante las edades de siete, catorce y 28 días.

Tal como plantea (E. Harmsen, 2002), por medio de un cuadro donde señala la relación entre el tiempo y el factor de resistencia que debe alcanzar un concreto endurecido, (pág. 40), como se muestra a continuación:

Tabla 6. Relación de la edad del concreto y su factor de resistencia a la compresión

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	6 meses	1 año	2 años	5 años
$f'_{c(t)}/f'_{c28}$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

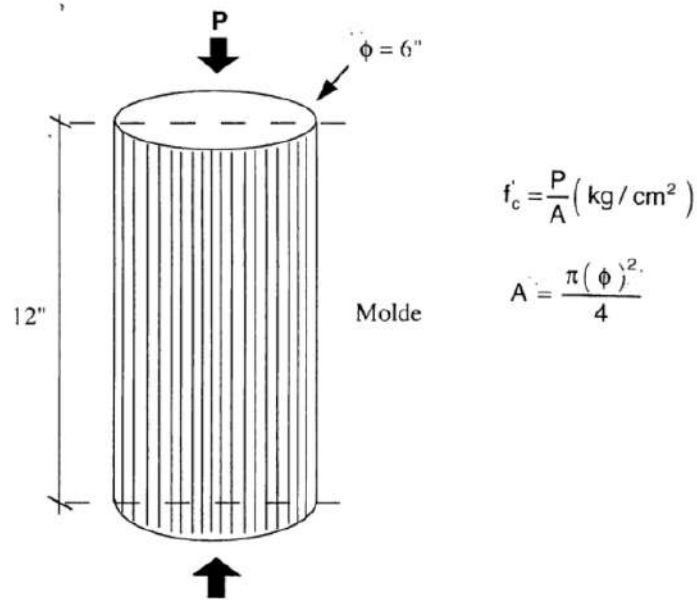
Nota: Tomado de (E. Harmsen, 2002), pág. 22.

2.2.4.4 PRUEBAS DE RESISTENCIA SOMETIDAS A COMPRESIÓN

Para la realización de las pruebas a compresión se empleará cilindros con dimensiones de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto o de denominación estándar, los cuales serán rellenos con las muestras representativas del concreto utilizado. Estas una vez moldeadas deberán permanecer durante 24 horas en el moldeo antes de ser retiradas y llevadas a curado, para solicitar el control de prueba estándar. Por otra parte, deberán tener edades desde los siete, catorce y veintiocho días antes de la ejecución de la prueba a compresión. Durante la prueba a compresión, los cilindros de concreto son sometidos a fuerzas de 2.45 Kg/cm²/s. Este esfuerzo de compresión comprenderá la carga ejercida sobre el área efectiva de soporte. Para obtener un valor más cercano de una muestra trabajada, se deberá tomar como mínimo tres especímenes, esto con la finalidad de la premediación de los resultados, los cuales serán más cercanos. Dicho

procedimiento se encuentra establecido en las normativas ASTM C-192 y C-39-93.

Figura 7. Dimensiones de moldes para muestreo de concreto



Nota: Tomado de *Tecnología del concreto*, (Castillo, 1997). pág. 51.

2.2.4.5 DEFORMACIÓN ELÁSTICA DEL CONCRETO

Cuando se somete una muestra de concreto a fuerzas o cargas, el concreto refleja una de sus propiedades mecánicas, se deforma. Mientras estas fuerzas no superen o lleguen hasta un punto de esfuerzo máximo, este concreto podrá recuperar su forma inicial conservando también sus propiedades iniciales antes de ser sometido a fuerzas o cargas.

Al respecto, (Anasi Chango, 2013), también señala que cuando un cilindro de concreto se somete a cargas axiales con esfuerzos bajos sufrirá una deformación elástica de modo que el esfuerzo y la deformación varían como una línea recta, desde su inicio hasta su final de proporcionalidad en la curva de esfuerzo deformación, a esta propiedad se le denomina como elasticidad, teniendo así el concreto la capacidad de recuperar la forma inicial.

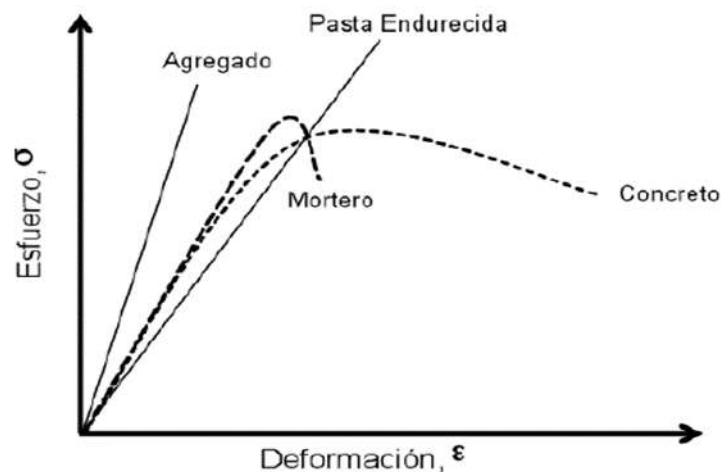
2.2.4.6 Módulo de elasticidad estático

La determinación del denominado módulo de elasticidad será al momento en el que una muestra determinada de concreto se somete a fuerza o carga axial, en el que dicha fuerza llegará hasta un punto de esfuerzo máximo. Este esfuerzo representa la rigidez del material frente al esfuerzo al que es sometido antes de llegar al punto de falla y se detenga.

De acuerdo con (Serrano Guzman & Perez Ruiz, 2010):

“El Módulo de elasticidad estático del concreto se determina a través de la prueba estándar de compresión definida en la Norma ASTM C469, preparando especímenes cilíndricos de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, los cuales son sometidos a una carga axial incrementada gradualmente hasta que el cilindro del concreto falle. Las deformaciones transversales y longitudinales son medidas continuamente durante la aplicación de la carga incremental. Este módulo describe la rigidez relativa de un material. Es medido en laboratorio y determinado con la pendiente de la región elástica de la curva esfuerzo/deformación”. (pág. 2)

Figura 8. Relación esfuerzo-elongación en agregado, pasta, mortero y concreto



Nota: Tomado de (Serrano Guzman & Perez Ruiz, 2010), p.15.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), indica que para determinar el módulo de elasticidad se debe seguir lo establecido en la normativa E-060, en su Capítulo 8, en el cual da alcance de dos fórmulas que sirven de apoyo para estimar o calcular.

Para concretos con peso unitario se encuentre entre 1450 y 2500 kg/m³

$$E_c = (wc)^{1.5} 0.043\sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \quad (8-2 \text{ E-060}).$$

Y en el caso de concretos con peso unitario normales ($wc \approx 2300 \text{ kg/m}^3$), es posible tomar la siguiente relación:

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \quad (8-3 \text{ E-060}).$$

2.2.5 Diseño de mezclas

2.2.5.1 Método del ACI

Uno de los métodos más utilizados en nuestro medio, es el método establecido por el Instituto Americano de Concreto (ACI), indica que, a partir de tablas realizadas en base a cálculos de peso y volumen de los agregados fino, grueso y otros, integrarán una parte hasta conformar una unidad cúbica del concreto.

Para la aplicación de este método en el diseño de mezclas, se debe cuidar y tener en cuenta siempre lo siguiente: la relación cemento agua, asentamiento, cantidad de cemento, tamaño máximo y la resistencia a la compresión mínima.

Por ello, (Rivva Lopez, 1992), plantea que se deberá seguir la siguiente secuencia de desarrollo:

1. Primeramente se realiza la selección de la resistencia promedio, el volumen máximo nominal del agregado fino y grueso, el asentamiento máximo, volumen unitario del agua, contenido de aire y la relación agua cemento.
2. Posteriormente se determina el factor cemento, contenido de agregado grueso, la suma de los volúmenes absolutos del: cemento, agua y agregados grueso y fino. Así mismo se establece el peso seco del agregado fino y valores de diseño. Finalmente, la corrección por humedad y absorción del agregado para determinar proporción en peso de diseño y de obra.

2.2.5.2 MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA

Este método utiliza el módulo de fineza de los agregados con el fin de determinar una adecuada combinación porcentual, estos porcentajes dependen de la resistencia solicitada en el concreto, la cual incidirá en la cantidad de los insumos a utilizarse, donde los factores que afectan directamente esta incidencia son, tanto la relación entre agua y cemento, como la cantidad de cemento a utilizar en la preparación. Por su parte, (Huarachi Cano & Apaza Medina, 2004) indican que se tiene como premisa fundamental que el módulo de fineza será la relación en los agregados, la cual determinará la cantidad volumétrica absoluta de agregados a utilizarse para la elaboración del concreto, para dicho fin se empleará la siguiente expresión:

$$m_c = r_f m_f + r_g m_g \dots (1)$$

$$r_f = \frac{(m_g - m)}{(m_g - m_f)} \dots (2)$$

Donde:

m = módulo de fineza de la combinación de los agregados

m_f = módulo de fineza del agregado fino

m_g = módulo de fineza del agregado grueso

r_f = % de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

2.3 Residuos plásticos

2.3.1 Origen de los residuos plásticos

Los plásticos son macromoléculas originarias de los derivados sintéticos del petróleo, gas o carbón. También se obtiene en forma natural de materias primas como el caucho, ceras o látex.

Hoy, se cuentan con varios métodos industriales para la fabricación de plásticos, tanto en sus propiedades como en sus formas, los cuales se encuentran en el mercado en forma de tubos, láminas y piezas.

2.3.2 Clasificación de los residuos plásticos según su composición

2.3.2.1 Polietileno de tereftalato (PET)

También conocido como polietileno, se da a partir de la composición de cadenas de unidades de elementos orgánicos $(C_{10}H_8O_4)_n$. Se encuentra en el grupo de plásticos más empleados, destinados al uso de envases de alimentos, esto por su cualidad de ser ligero y asequible en su producción. Debido a su cristalinidad y comportamiento termoplástico, su fabricación industrial se da en los textiles, botellas y films. Existen, además, muchas posibilidades de reciclaje, su utilización se da en fibras, envases no alimentarios, fibra de relleno textil, correas, y botellas.

2.3.2.2 Polietileno de alta densidad (HDPE)

Este tipo de polímero proviene de la composición repetitiva de etileno, $(-CH_2-CH_2-)$. Una de sus características principales, es que posee una densidad alta, lo cual lo hace muy resistente respecto a otros plásticos, de manera que es uno de los más resistentes frente a las agresiones de sustancias químicas. Dicho derivado se encuentra, generalmente, en los envases de leche, yogurt, o de envases para la limpieza, entre otros.

2.3.2.3 Vinílicos o cloruro de polivinilo (PVC)

Proviene de la polimerización de monómero de cloruro de vinilo (C_2H_3Cl), material muy utilizado y versátil empleado en varios sectores, como la producción de tuberías, zócalos, piezas automotrices, entre otros.

2.3.2.4 Polietileno de baja densidad (LDPE)

Perteneciente al grupo de polietileno, es considerado de reducida densidad y se conforma por unidades repetitivas de etileno (C_2H_4)_n. Se caracteriza por ser un plástico de resistencia térmica, asequible en producción, resistente a bajas temperaturas, posee propiedades eléctricas, además, de ser flexible y transparente. Su uso habitual se da en envases y bolsas plásticas. Es económicamente asequible. Su reciclaje se utiliza nuevamente en bolsas plásticas.

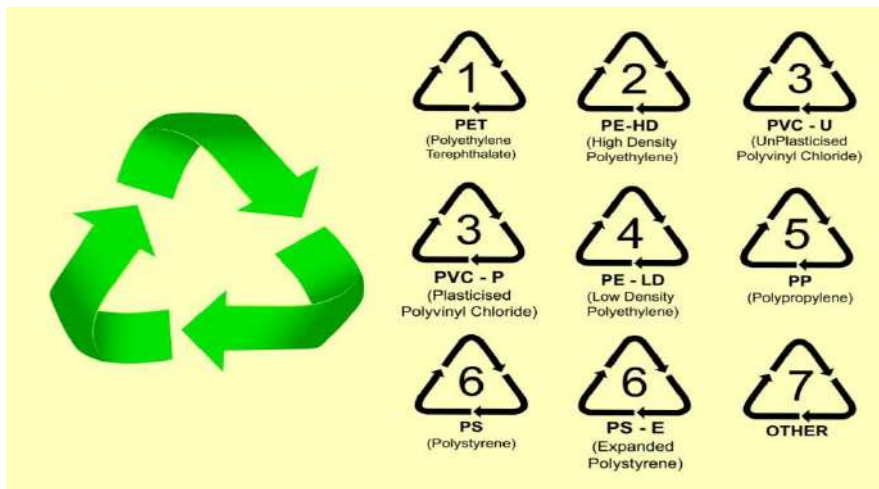
2.3.2.5 Poliestireno (PS)

El poliestireno es un material sintético de textura incolora, vítrea y su composición es (C_8H_8)_n. También se tiene como variedad al poliestireno expandido, material de característica termoplástica y de baja densidad, muy utilizado en la industria de alimentos para la producción de platos y cubiertos desechables. Su uso se da también en la construcción como placas aislantes. El poliestireno es muy liviano, resistente al agua, pero muy vulnerable a las altas temperaturas. Es también un material de baja densidad, lo cual lo hace difícil de reciclar.

2.3.2.6 Polipropileno (PP)

Del grupo de termoplástico, se obtiene de la polimerización del propileno y su composición es $-(C_3H_6)_n$. Su uso va desde componentes de automóviles, eléctricos, electrónicos, textiles, films, envases de alimentos, cosméticos y médicos. Se caracteriza por su versatilidad, flexibilidad, estabilidad térmica, ligereza, dureza, resistencia al calor y barrera al vapor.

Figura 2-5: Códigos e identificación de los tipos de plásticos



Nota: Tomado de (ROSA ENVASES, 2020)
<https://rosaenvases.com/blog/codigos-identificacion-plasticos>

2.3.3 Reciclaje y su posible reutilización

Es fundamental saber identificar los diversos tipos de plásticos existentes y conocer el impacto que estos tienen en el medio ambiente. De ellos, uno de los más preocupantes son los micro plásticos, los cuales afectan no solo la salud del ser humano, sino también de las especies animales, lo cual incide en el ecosistema. El proceso de reciclaje no será igual para los diferentes tipos de plástico, sino se llevará de acuerdo a procedimientos adecuados a su toxicidad o composición.

En primer lugar, es importante identificar el tipo de componente del plástico, esto debido a que estos impactan de diferente manera en el medio ambiente, por ello se debe identificar el código de identificación del tipo de plástico que se tiene, para así poder diferenciar y clasificar dichos plásticos. Se clasifica siete tipos de plástico.

Un punto muy importante para tomar en cuenta durante el reciclaje de los plásticos es el Triángulo de Mobius, cuya simbología es usada internacionalmente. Dicho Triángulo clasifica siete tipos de plásticos. Asimismo, se utiliza diversos tipos de reciclaje en la actualidad, pero

entre los más resaltantes tenemos:

- **Reciclaje mecánico:** en este tipo de reciclaje, se reduce el tamaño mediante cortes a tamaños diminutos para un posterior proceso de tratado de macromoléculas.
- **Reciclaje químico:** en este tipo de reciclaje, se degradan los plásticos mediante el proceso de fundido a calor y la reducción a moléculas simples, de las cuales se pueden obtener nuevos plásticos.
- **Reciclaje energético:** en este tipo de reciclaje, se transforma el plástico en fuentes energéticas mediante el proceso de pirólisis (producción de gases). Dichos gases son aprovechados para la generación de energía.

2.3.4 Tereftalato de polietileno (PET)

(Elias & Jurado, 2012), señalan:

“El tereftalato de polietileno, polietileno tereftalato, politereftalato de etileno o simplemente PET, es un polímero, termoplástico, producido por la polimerización del etilenglicol con ácido tereftálico. Forma parte de la familia de los poliésteres”.

Por aquellas facilidades que ofrece, así como las variedades de formas y tamaños, colores, ligereza, se destinó su uso para envases de bebidas, cintas de grabación y fotografía, además, por su cualidad de baja absorción de humedad, se utiliza para fibras y prendas de vestir.

El PET presenta gran resistencia y pureza. Una de sus principales características es su transparencia y resistencia a químicos. Y de acuerdo a su peso molecular, existen varios grados.

También se puede mencionar que, entre una de sus principales propiedades, se encuentra que es un material altamente reciclable y resistente a la erosión.

El PET no representa un agente tóxico o contaminante a la salud de ser humano, ya que en su proceso de producción es sometido a constantes controles de calidad, regidos por normas de control de calidad, tanto locales como internacionales.

(ANEP, 2021), también hace referencia a la publicación del informe realizado por la Organización Mundial de la Salud, organismo de la ONU, del 7 de abril de 2015, apartado 35, donde señala:

“El tereftalato de polietileno (PET) se utiliza para envases de refresco, gaseosa, para fabricar envases de refrescos, agua, bebidas deportivas, salsa de tomate, botellas de aderezo para ensalada, mantequilla de cacahuete, pepinillo, jalea y tarros de mermelada. Es fuerte, resistente al calor y resistente a los gases y alimentos ácidos. Puede ser claro u opaco. No se le reconoce ninguna lixiviación de productos químicos que sean sospechosos de causar cáncer o altere las hormonas y puede ser reciclado”.

El PET podría almacenar bacterias y demás si se encuentra expuesto a superficies contaminantes, por lo cual se podrá reutilizar, siempre y cuando, se eliminen todos los restos contaminantes en sus superficies a través de procesos de lavado o limpieza, por lo que no presenta mayores índices de toxicidad frente a otros plásticos como el poliestireno o el PVC, lo cual lo hace reciclable, de fácil manejo y presenta un alto índice frente a la degradación.

(ANEP, 2021), también concluye que:

“Para que el trióxido de antimonio procedente del catalizador empleado en la fabricación del polímero PET migre por encima del límite de migración específica fijado por la directiva europea, tendría que mantenerse un envase a una temperatura superior a los 60°C durante un periodo de 60 días, dado que en esta circunstancia el envase se inutilizaría. Este supuesto no se daría en el uso habitual del mismo y en ningún caso se ha encontrado muestras que incumplan la ley”.

En el Perú, la producción de plásticos de tipo PET, y sus controles de calidad se encuentran reguladas por las NTP 399.163., las cuales evitan problemas que puedan atentar contra la salud de los consumidores, al ser aptos para su utilización.

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo, alcance y diseño de la investigación

El tipo de investigación fue la aplicada, eso debido a que se empleó el conocimiento existente para dar solución a un problema real, basado en la evaluación del empleo de PET para la elaboración de concreto.

El alcance de la investigación correspondió al explicativo, para lo cual se evaluó los efectos que trae consigo el empleo del PET reciclado en el comportamiento del concreto, además del costo, por ende se contó con causa y efecto.

Mientras que, el diseño de la investigación fue el experimental, esto porque se contó con una variable la cual fue manipulada en cuanto a concentración, es decir el PET reciclado, asimismo se contó con un grupo de control, el cual fue el concreto diseñado para un $f'c$: 210 kg/cm² con el cual se procedió a comparar los de más grupos de concreto (5 %, 10 % y 15 % de PET reciclado).

3.2 Muestra y población

3.2.1 Población

En este estudio, el componente población está representado por las briquetas de concreto, las cuales son evaluadas en el tema de investigación.

- Probetas o testigos:

- Análisis de cantera de la ciudad de Abancay

Se empleó briquetas de 8" de altura x 4" de diámetro, cuya relación h/d es de 2, donde los factores para su respectiva corrección serán establecidos en la Norma ASTM C – 39-93.

3.2.2 Muestra

La norma E-060, en el Capítulo 5, índice 5.6.2: Frecuencia de ensayos para la aceptación del concreto, indica que se debe tomar al menos una muestra por cada 5 m³. A la vez, el plan y cantidad de muestras debe diseñarse, de acuerdo a lo establecido en el índice 5.6.2.1 (frecuencia de ensayos). Se indica, además, en el apartado 5.6.3, que para el ensayo de resistencia deberá realizarse mediante el promedio de dos briquetas de 6"x12", para el presente caso.

También, (Manual de Ensayos de Materiales - MTC, 2016), en el apartado E-702: Elaboración y curado de especímenes de concreto, índice 5.5: Numero de muestras, indica: "Que el número de especímenes dependerá de la práctica local y de la naturaleza del programa de ensayos. Usualmente, se debe elaborar tres o más especímenes para cada edad y condición del ensayo".

De acuerdo a estas relaciones y recomendaciones se tomó en total 36 especímenes de concreto a evaluar, con tres muestras de concreto para cada edad, las cuales fueron de siete, catorce y 28 días, para poder obtener los resultados cuantitativos.

Por otro lado, la muestra no es probabilística debido a que 100 % de las briquetas fueron evaluadas a los siete, catorce y 28 días, de acuerdo a cada método que le corresponda.

Se mantuvo constante relación a/c en el presente diseño de resistencia $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$.

Tabla 7. Cantidades de especímenes a evaluar.

Porcentaje de Telftarato de polietileno (PET)	Pruebas a compresión $f'c=210\text{Kg/Cm}^2$:		
	Para 07 días	Para 14 días	Para 28 días
0%	3	3	3
5%	3	3	3
10%	3	3	3
15%	3	3	3
Cantidad de muestras evaluadas			36

Nota: Elaboración propia.

3.3 Análisis de los componentes del concreto

3.3.1 Cemento

El material que se empleó para la realización de este estudio es cemento comercial Yura Portland Tipo IP (42.5 Kg), debido a que este es el cemento más comercial y usado en la región Apurímac, muy a pesar de que dicho producto se produce en la región Arequipa.

3.3.1.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL CEMENTO PORTLAND IP

Tabla 8. Características químicas del cemento portland tipo IP.

Características Químicas	Cemento portland tipo IP	Normas ASTM 595 NTP 334.090
Oxido de magnesio, MgO, %	2.24	6.00 Máximo
Trióxido de azufre, SO ₃ , %	1.70	4.00 Máximo
Perdida por ignición o al fuego, P.F %	2.32	5.00 Máximo

Nota: Tomado de certificado de calidad del cemento Portland IP utilizado (ver anexo).

3.3.1.2 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP (ASTM C-188-95)

Tabla 9. Características físicas del cemento portland tipo IP

Características Físicas	Cemento portland tipo IP	Normas ASTM 595 NTP 334.090
Peso específico (g/cm ³)	2.82	No especifica
Expansión en autoclave, %	-0.01	0.80 Máximo
Tiempo de fraguado, ensayo de vicat, minutos		
Tiempo de fraguado	190	45 - 420
Contenido de aire del mortero, %	4.40	12.00 Máximo

Nota: Tomado de certificado de calidad del cemento Portland IP utilizado (ver anexo).

El valor principal del peso específico del cemento está relacionado, tanto a las especificaciones necesarias por el diseño, como a los determinados controles de calidad a los que debe ser sometido el concreto. Todo esto puede obtenerse siguiendo los cálculos sencillos que se muestran a continuación:

$$C d. = \frac{64.02}{(23.40 - 0.70)}$$

$$C d. = 2.82$$

$$C p. e. r = \frac{2.82}{(1.00)}$$

$$C p. e. r = 2.82$$

Tabla 10. Características físicas del cemento Portland IP

PESO ESPECIFICO DE CEMENTO IP		
I.- DATOS		
1	PESO DE LA MUESTRA DE CEMENTO GR.	64.02
2	VOLUMEN INICIAL DEL LIQUIDO INTRODUCIDO AL FRASCO LE CHATELIER CM3.	0.70
3	VOLUMEN FINAL DEL LIQUIDO DESPUES DE INTRODUCIR 64GR. DE CEMENTO CM3.	23.40
II.- RESULTADOS		
4	DENSIDAD DEL CEMENTO	2.82
5	H2O	1.00
6	PESO ESPECIFICO RELATIVO DEL CEMENTO	2.82

Nota. Elaboración propia.

3.3.2 Agregados

3.3.2.1 Cantera

Tanto el agregados grueso y fino seleccionados para la presente investigación fueron tomados *in situ* desde la Cantera Murillo, en el sector de Pachachaca, ubicado a 16 km, al noroeste de la ciudad de Abancay.

Figura 9. Ubicación de la Cantera Murillo, sector Pachachaca – Abancay



Nota: Ubicación de Cantera Pachachaca, adaptado de (Google maps, 2021)

<https://www.googlemaps.com>.

Figura 3-4: Ubicación y distancia de Catera Murillo y la ciudad de Abancay,16km.



Nota: Ubicación de cantera y la ciudad de Abancay, adaptado de (Google maps, 2021)

<https://www.googlemaps.com>

Figura 10. Vista Cantera Murillo, sector Pachachaca – Abancay



Nota: Elaboración propia.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio especializado en mecánica de suelos y pavimentos perteneciente a HK Constructores. E.I.R.L., de la ciudad de Abancay para su respectivo análisis y, además de ello, para la ejecución de los respectivos ensayos y pruebas

que permitieron verificar el cumplimiento de los controles de calidad vigentes.

Figura 11. Muestreo de los agregados grueso y fino cantera Murillo.



Nota: Elaboración propia.

3.3.3 Agregado fino

Una vez trasladado el material a las instalaciones del laboratorio se procedió con la iniciación de los controles de calidad en el agregado fino. La primera prueba realizada a dicho material fue la granulometría, para ello se realizó lo siguiente:

- Se extendió sobre una manta para su secado.
- Se empezó por el cuarteo en partes iguales en el agregado fino.

Figura 12. Tendido de los agregados a utilizarse.



Figura 13. Separación de muestra en cuatro de partes iguales de la muestra agregado fino.



Nota: Elaboración propia.

3.3.3.1 GRANULOMETRÍA

Una vez trasladado el material en el laboratorio se procedió con la iniciación de los ensayos de control de calidad en el agregado fino. La primera prueba realizada a dicho material fue la granulometría, para ello se realizó lo siguiente:

- Se tomó una porción de muestra ya cuarteada no menor a 500 gr y se procedió a su secado.

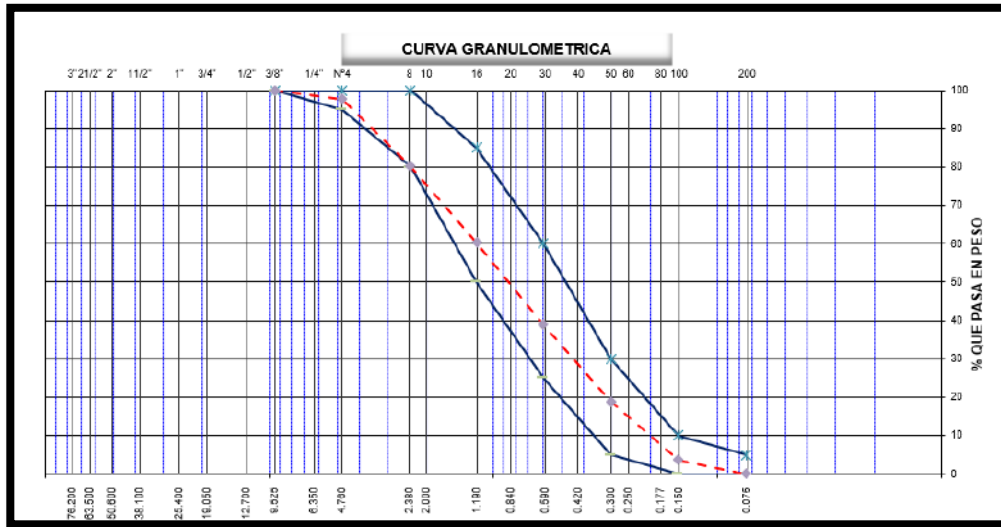
- Se preparó los tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200, luego de verificado su limpieza.
- Se colocó la porción de muestra en los diferentes tamices y se procedió al tamizaje de forma manual dando movimiento de adelante hacia atrás y en forma giratoria.
- Finalizada la actividad correspondiente al tamizado se procedió a retirar la cantidad de material que fue capturado en cada malla utilizada, se pesó cada material retenido y se registró los resultados.
- Se realizó los cálculos a base de los registros obtenidos y se interpretó en la hoja de cálculo para su mejor verificación e interpretación según los usos establecidos.

Figura 14. Ensayo de granulometría para el agregado fino.



Nota: Elaboración propia.

Figura 15. Resultados expresados en la curva granulométrica agregado fino.



Nota: Tomado de certificado de control granulométrico del agregado fino (ver anexo).

A partir de lo reflejado en la gráfica anterior se puede interpretar que el agregado que se utilizó como base para el diseño y la elaboración de concreto es de óptima condición, debido a que su tamaño y distribución en las diferentes gradaciones son adecuadas de acuerdo a lo estipulado en la norma NTP 400.037. Por tanto, se puede concluir que, dicho material cumple correctamente para ser usado en la preparación de mezclas para concreto.

3.3.3.2 MÓDULO DE FINEZA

Se obtuvo lo correspondiente al módulo de fineza siguiendo el procedimiento establecido en la (NTP 400.011), según la siguiente ecuación:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos } (3", 1 \frac{1}{2}", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}100)}{100}$$

$$MF = \frac{2.39 + 20.21 + 40.67 + 62.51 + 83.09 + 98.75}{100}$$

$$MF = 3.08$$

De lo obtenido para el módulo de fineza, se puede interpretar que al obtener un valor de

3.00 el agregado fino presenta una textura gruesa uniforme, esto debido a que la producción de esta arena proviene de una chancadora.

3.3.3.3 CONTENIDO DE HUMEDAD

En el ensayo para obtener el valor del contenido de humedad en el material, se procedió de acuerdo a la (NTP 339.185), obteniendo los siguientes resultados:

$$\% C.H. del Agregado Fino = \frac{(Peso Húmedo - Peso Seco)}{Peso Seco} * 100$$

$$\% C.H. del Agregado Fino = \frac{(392.6 - 380)}{380} * 100$$

$$\% C.H. del Agregado Fino = 3.31\%$$

3.3.3.4 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN Y PESO ESPECIFICO

En el cálculo referente a la absorción y peso específico en esta investigación se siguió el siguiente procedimiento: se tomó y pesó una porción de muestra de 3000 gr, superficialmente seco, después a ello se procedió a rellenar dentro del cono de absorción. Una vez llenado se procedió a apisonar con 25 golpes sin compactar. Se retiró el cono y se observó que el agregado se desmoronó por la parte superior, pero quedó conformado la parte media e inferior, por lo cual se deduce que el material está superficialmente seco. De este material se pesó unos 500 gr. Se introdujo a la fiola de peso y volumen conocido 500cm³, posterior a ello se agregó agua hasta llegar al nivel superior marcado en la fiola procurando siempre no generar salpicaduras y burbujas en el interior de la fiola. Se realizó movimientos giratorios durante 10 a 15 minutos. Una vez terminado, se realizó el pesaje y registro. Posteriormente, se retiró el agregado de la fiola hacia un recipiente para después llevarlo al horno a una temperatura 110°.

Figura 16. Ensayo de absorción y peso específico agregado fino.



Nota: Elaboración propia.

Figura 17. Peso específico del agregado fino.



Nota: Elaboración Propia.

Una vez procesado el ensayo los valores se aplican en la siguiente ecuación:

3.3.3.4.1 PESO ESPECÍFICO

$$\text{Peso específico de los sólidos} = \frac{W_o}{(V)}$$

Donde

W_o : Peso seco de la muestra.

V : Volumen conocido del contenedor o del frasco cm^3

V_a : Peso o volumen en cm^3 agua introducida en el picnómetro.

W_{SSS} : Peso superficialmente saturado de la muestra.

$$P. e. s = \frac{296.4}{(115.7)}$$

$$P. e. s = 2.56 \text{ gr/cc}$$

3.3.3.4.2 PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUPERFICIE SECA

Empleando y reemplazando los valores, en la siguiente fórmula se obtuvo estos resultados:

$$P. e. SSS = \frac{W_{SSS}}{(V)}$$

$$P. e. SSS = \frac{300}{115.7}$$

$$P. e. SSS = 2.59 \text{ gr/cc}$$

3.3.3.4.3 PESO ESPECÍFICO APARENTE

Al emplear y reemplazar los valores en la siguiente fórmula, se obtuvo estos resultados:

$$P. e. a = \frac{W_o}{(V) - (W_{sss} - W_o)}$$

$$P. e. a = \frac{296.4}{(115.7) - (300 - 296.4)}$$

$$P. e. a = 2.64 \text{ gr/cc}$$

3.3.3.4.4 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Tabla 11. Resultados Absorción del agregado fino.

DATOS			1
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr.	300.0
2	Peso Frasco + agua	gr.	686.5
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	986.5
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	870.8
5	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	gr.	115.7
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	296.4
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)		112.1

Nota: Tomado del certificado de control de calidad absorción del agregado fino, 2021, Laboratorio HK Constructores (ver anexo).

$$\%Abs = \frac{W_{sss} - W_o}{W_o} \times 100$$

$$\%Abs = \frac{300 - 296.4}{296.4} \times 100$$

$$\%Abs = 1.21 \%$$

3.3.3.5 PESOS UNITARIOS

3.3.3.5.1 PESO UNITARIO SUELTO

Con el propósito de determinar los valores, tanto del peso unitario suelto y el peso unitario compactado para el agregado fino, se siguió de acuerdo a lo propuesto en la (NTP 400.017, 1999), con lo cual se estableció el siguiente procedimiento: se tomó un contenedor de peso y

volumen conocido. Luego, se tomó tres porciones de muestras, libres de cohesión y secados al aire libre. Se relleno dicho recipiente con el material a una caída libre de altura de 5cm. Una vez relleno dicho recipiente se procedió a enrasar, para luego realizar su pesaje y registro. Para este ensayo se empleo la siguiente fórmula:

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

$$P.U.S = \frac{3435}{2124}$$

$$P.U.S = 1.62 \text{ gr/cm}^3$$

Tabla 12. Resultado para el peso unitario suelto

Descripcion	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	9395.0	9410	9405
Peso del recipiente (gr)	5960.0	5960.0	5960.0
Peso de la muestra (gr)	3435.0	3450	3445
Volumen (m³)	2124.0	2124.0	2124.0
Peso Unitario Suelto Humedo (kg/cm³)	1.617	1.624	1.622
Peso Unitario Suelto Seco	1.621		

Nota: Tomado del certificado de control de calidad peso unitario para agregado fino, 2021, Laboratorio HK Constructores (ver anexo).

Figura 18. Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino.



Nota. Elaboración propia.

3.3.3.5.2 PESO UNITARIO COMPACTADO

Las recomendaciones establecidas en la (NTP 400.017, 1999) indican que se debe tomar un envase con volumen y masa conocidos. Luego, se toma tres porciones de muestras, libres de cohesión y secados al aire libre. Se rellena dicho recipiente en tres capas con el material a una caída libre de altura de 5cm. Se procede a compactar y acomodar con una varilla lisa cada nivel. Una vez relleno dicho recipiente, se procede a enrasar, para luego realizar su pesaje y registro.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

$$P.U.C = \frac{3615}{2124}$$

$$P.U.C = 1.71 \text{ gr/cm}^3$$

Tabla 13. Valores obtenidos para el peso unitario compactado del agregado fino.

Descripcion	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	9575.0	9615	9605
Peso del recipiente (gr)	5960.0	5960.0	5960.0
Peso de la muestra (gr)	3615.0	3655	3645
Volumen (m³)	2124.0	2124.0	2124.0
Peso Unitario Compactado Humedo (kg/cm³)	1.702	1.721	1.716
Peso Unitario Compactado Seco	1.713		

Nota: Tomado del certificado de control de calidad, 2021, Laboratorio HK Constructores (ver anexo).

Figura 19. Varillado y pesado ensayo peso unitario compactado.



Nota: Elaboración propia.

Una vez realizados los ensayos, se puede concluir que los resultados que se obtuvo se encuentran dentro de los parámetros recomendados, los cuales son de 1500 y 1900 kg/m³, e indica que dicho agregado tiene una alta capacidad de acomodación de partículas.

3.3.3.5.3 CONTENIDO DE MATERIAL ORGÁNICO

Para la determinación del material orgánico en el agregado fino se emplea el método establecido en la NTP 400.024: Determinación cualitativa de impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto, para lo cual se llevó una pequeña porción de muestra del agregado fino de aproximadamente 450 gr. Posteriormente, se preparó una mezcla de hidróxido de sodio al 3 % con agua destilada, mezclado estos en una botella graduada de 350 ml. Seguidamente, se introdujo la porción de agregado fino tapando el recipiente y dejándolo reposar por 24 hr. Se obtuvo una coloración clara con respecto a la solución estándar, lo cual indica que la presencia de materia orgánica es mínima, por lo cual es apto para su uso en la elaboración de mezclas de concreto.

Figura 20. Solución de hidróxido de sodio y coloración de la mezcla con el agregado fino.



Nota: Elaboración propia.

Figura 21. Resultados del contenido de Material orgánico en el agregado fino.

DATOS DEL REACTIVO UTILIZADO	
REACTIVO UTILIZADO: SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO DISUELTO EN LAS SIGUIENTES PROPORCIONES EN PESO	
HIDRÓXIDO DE SODIO	3.00%
AGUA DESTILADA	97.00%

DATOS DE LA PLACA DE COLORES	
NUMERO DE COLOR EN LA PLACA ORGÁNICA DE COLORES	NUMERO DE COLOR DE GARDNER ESTÁNDAR
1	5.0
2	8.0
3 (Estandar)	11.0
4	14.0
5	16.0

COMPARACION SOLUCION DE COLOR ESTANDAR	PARAMETROS	RESULTADOS
	CLARO	X
	IGUAL	
	OSCURO	

DATOS DEL ENSAYO	
VOLUMEN DE LA MUESTRA ENSAYADA (ml)	130.0
COLOR GARDNER EN LA PLACA ORGÁNICA DE COLORES	
SOLUCIÓN ESTANDAR	

Nota: Tomado del certificado de control de calidad del contenido de material orgánico del agregado fino, 2021, Laboratorio HK Constructores (ver anexo).

3.3.4 Agregado grueso

Es uno de los materiales más comúnmente utilizados en la preparación de concretos. Es de origen pétreo, el cual es acumulado en la malla o tamiz N° 4” estos pueden ser: grava, piedra chancada o partida, de acuerdo a lo estipulado en la normativa (NTP 400.037, 2014). El material empleado para esta investigación, es proveniente de la Cantera Murillo, del sector de Pachachaca. Dicha cantera se encarga tanto en la extracción y posterior producción de piedra chancada, la cual es utilizada en la investigación.

Figura 22. Apilado y extracción de material agregado grueso cantera Pachachaca.

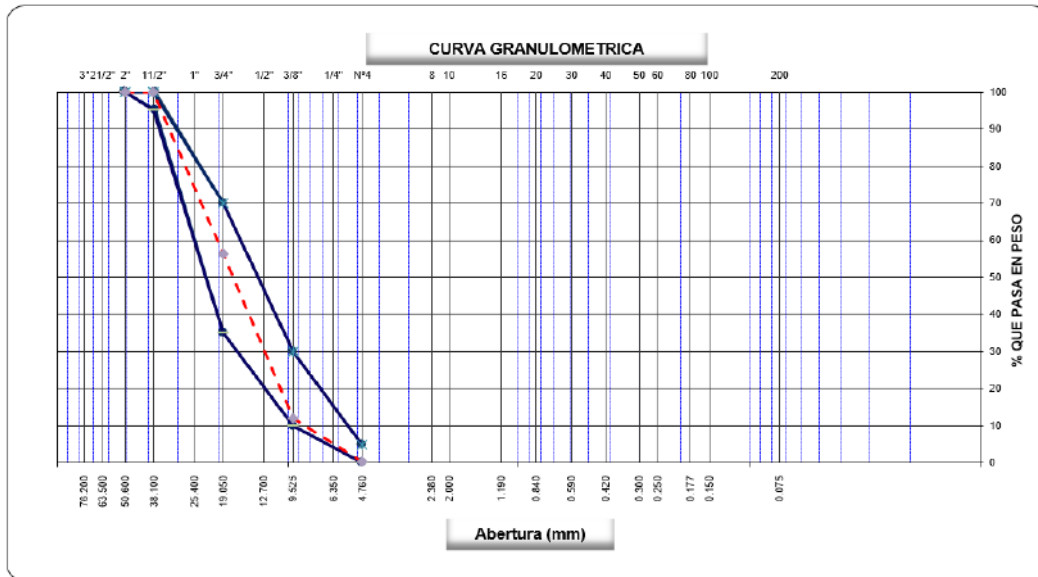


Nota: Elaboración propia.

3.3.4.1 GRANULOMETRÍA

Para el desarrollo del ensayo granulométrico se consideró una muestra representativa de aproximadamente de 3200 gr, ya cuarteada. Luego, se realizó la limpieza de los tamices y se colocó el material dentro de ellos. Se comenzó a realizar movimientos giratorios durante 10 minutos. Se retiró cada tamiz las muestras retenidas en cada uno de estos, se procedió al pesaje y registro de cada peso retenido. Para la realización de control granulométrico del agregado grueso, se siguió lo recomendado en (NTP 400.037, 2014), a partir de lo cual se obtuvo los siguientes resultados en laboratorio:

Figura 23. Curva granulométrica agregado grueso.



Nota: Tomado del certificado de control granulométrico del agregado grueso, 2021, Laboratorio HK Constructores (ver anexo).

Figura 24. Cuarteo y granulometría del agregado grueso.



Nota: Elaboración propia.

Al realizar las pruebas al agregado grueso, se observó que la curva se encuentra dentro del huso de granulometría establecida en la (NTP 400.037, 2014), para los agregados gruesos, por lo que se consideró aceptable para su uso y aplicación en la preparación de concreto para la presente investigación.

3.3.4.2 MÓDULO DE FINEZA

Se obtuvo tomando las consideraciones indicadas en la (NTP 400.011, 2008), la cual tiene el mismo procedimiento de cálculo que en el agregado fino y la misma utilización de la fórmula de cálculo:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

$$MF = \frac{43.76 + 88.31 + 100 + 500}{100}$$

$$MF = 7.32$$

Una vez realizados los ensayos se observó que se obtiene un valor de 7.32, el cual indica que es mayor la incidencia del agregado grueso.

3.3.4.3 CONTENIDO DE HUMEDAD

La prueba experimental para obtener la cantidad o porcentaje de humedad del agregado grueso se realizó de acuerdo a la normativa NTP 339.185. Se utilizó la siguiente expresión y se obtuvo los siguientes resultados:

$$\% \text{ C.H. del Agregado Grueso} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} * 100$$

$$\% \text{ C.H. del Agregado Grueso} = \frac{(452.6 - 448.72)}{448.72} * 100$$

$$\% \text{ C.H. del Agregado Grueso} = 0.86$$

3.3.4.4 ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

Con respecto a la aplicación de estas pruebas, se siguió la recomendación de la norma NTP 400.021, a través del siguiente procedimiento:

Se tomó aproximadamente 5000 gr ya cuarteada. Se cuidó que esté libre de material

adherido a su superficie o esté contaminada con algún otro agente. Luego se tomó una porción representativa, se pesó y se sumergió en agua por un periodo de 24 horas. Posteriormente, se retira las piedras del agua para proceder a su secado con una tela absorbente para obtener el valor de peso superficialmente seco. Se pesó y registró, luego se introdujo al agua y se pesó en forma sumergida. Después se retiró el material del agua y se puso a secado en un horno a 110 °C, con el objetivo de tener el valor del peso del material seco.

Figura 25. Determinación del peso específico en el agregado grueso .



Nota: Elaboración propia.

Figura 26. Secado de agregado grueso en el horno.



Nota: Elaboración propio.

3.3.4.4.1 Peso específico de los sólidos

Al emplear y remplazar los valores en la siguiente fórmula, se obtuvo estos resultados:

$$\text{Peso Específico de Masa} = \frac{A}{(B - C)}$$
$$\text{Peso Específico de Masa} = \frac{2431.50}{(2457 - 1561.6)}$$

$$\text{Peso Específico de Masa} = 2.72 \text{ gr/cc}$$

Donde:

Pesos específicos en gr/cm³.

A : Peso seco de la muestra (secada en horno), expresada en gramos.

B : Peso de la muestra saturada superficialmente seca (SSS), expresada en gramos.

C : Peso sumergido de la muestra, expresada en gramos.

3.3.4.4.2 Peso específico aparente

$$\text{Peso Específico de Masa} = \frac{A}{(A - C)}$$
$$\text{Peso Específico Aparente} = \frac{2431.50}{(2431.50 - 1561.60)}$$

$$\text{Peso Específico Aparente} = 2.79 \text{ gr/cc}$$

Donde:

Pesos específicos aparente en gr/cm³.

A : Peso de la muestra secada, expresada en gramos.

B : Peso de la muestra saturada superficialmente seca, expresada en gramos.

C : Peso sumergido de la muestra en el agua, expresada en gramos.

3.3.4.4.3 Peso específico saturado superficialmente seco

Al emplear y remplazar los valores en la siguiente fórmula, se obtuvo estos resultados:

$$\text{Peso Específico SSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

$$\text{Peso Específico SSS} = \frac{2457}{(2457 - 1561.60)}$$

$$\text{Peso Específico SSS} = 2.74 \text{ gr/cc}$$

3.3.4.4.4 Absorción

Para la obtención del valor y posterior cálculo en la absorción del agregado grueso, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Absorción del Agregado Grueso} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

$$\% \text{ de Absorción del Agregado Grueso} = \frac{2457 - 2431.50}{2431.50} \times 100$$

$$\% \text{ de Absorción del Agregado Grueso} = 1.05 \text{ gr/cc}$$

Donde:

A : Peso muestra seco.

B : Peso superficialmente seco (SSS).

Tabla 14. Valores de peso específico y absorción del agregado grueso.

DATOS			1	2	3	4
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) (aire)	gr.	2457	2451.5		
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr.	449.3	450.5		
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua	gr.	2010.9	2004.1		
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1561.6	1553.6		
5	Peso de la tara	gr.	449.3	450.5		
6	Peso de la tara + muestra seca (horno)	gr.	2880.8	2877.7		
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	2431.5	2427.2		

RE RESULTADOS						PROMEDIO
8	Peso Específico de masa		2.716	2.703		2.709
9	Peso Específico de masa saturada superficie seco		2.744	2.730		2.737
10	Peso específico aparente		2.795	2.778		2.787
11	Porcentaje de absorción	%	1.05	1.00		1.02

Nota: Tomado del certificado de control de calidad del agregado grueso, peso específico y absorción, 2021, Laboratorio HK Constructores (ver anexo).

De acuerdo a lo obtenido, mientras los valores obtenidos más estables y menos porosidad se presentan en el agregado, el valor 2.72, es aceptable para el agregado grueso. Así, el valor del peso específico siempre será mayor a 2.4 para conseguir mezclas de concreto con un peso normal.

3.3.4.5 PESO UNITARIO

3.3.4.5.1 Peso unitario suelto

La prueba del peso unitario se realizó de acuerdo a lo indicado en las recomendaciones de la NTP 400.017. Se estableció el siguiente procedimiento: se tomó un contenedor de volumen y peso conocido. Luego, se tomó tres porciones de muestras, libres de cohesión y secados al aire libre. Se rellenó dicho recipiente con el material a una caída libre de altura de 5cm. Una vez rellenado dicho recipiente, se procedió a enrasar, para luego realizar su pesaje y registro. Para este ensayo se empleó la siguiente fórmula:

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

$$P.U.S = \frac{10001}{6283}$$

$$P.U.S = 1.59 \text{ gr/cm}^3$$

Figura 27. Realización de pesaje y registro ensayo peso unitario suelto del agregado grueso.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 15. Valores de peso unitario suelto del agregado grueso.

Descripcion	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	10898.0	10816	10876
Peso del recipiente (gr)	897.0	897.0	897.0
Peso de la muestra (gr)	10001.0	9919	9979
Volumen (m³)	6283.0	6283.0	6283.0
Peso Unitario Suelto Humedo (kg/cm³)	1.592	1.579	1.588
Peso Unitario Suelto Seco	1.586		

Nota: Tomado del certificado de control de calidad del agregado grueso, peso unitario, 2021, Laboratorio HK Constructores (ver anexo).

3.3.4.5.2 Peso unitario compactado

En concordancia con la normativa NTP 400.017, los ensayos de cálculo para determinar el peso unitario compactado han consistido en tomar un contenedor de volumen y peso conocido. Posteriormente, se tomó tres porciones de muestras, libres de cohesión y secados al aire libre. Se rellenó dicho recipiente en tres niveles con el material a una caída libre de altura de 5cm. Se procedió a compactar cada uno de los niveles con una barra lisa con diámetro de 5/8", y luego de rellenado dicho recipiente se procedió a enrasar, para luego realizar su pesaje y registro.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

$$P.U.C = \frac{10113}{6283}$$

$$P.U.C = 1.61 \text{ gr/cm}^3$$

Tabla 16. Valores obtenidos para el ensayo peso unitario compactado.

Descripcion	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	11010.0	10966	11003
Peso del recipiente (gr)	897.0	897.0	897.0
Peso de la muestra (gr)	10113.0	10069	10106
Volumen (m³)	6283.0	6283.0	6283.0
Peso Unitario Compactado Humedo (kg/cm³)	1.610	1.603	1.608
Peso Unitario Compactado Seco	1.607		

Nota: Tomado del certificado de control de calidad del agregado grueso, peso unitario compactado, 2021, Laboratorio HK Constructores (ver anexo).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que los diferentes valores están dentro de los márgenes recomendados: 1500 a 1900 kg/cm³, ya que para esta investigación se obtuvo

un valor de 1610 kg/cm³, por lo cual su uso es apto para la preparación de concreto.

3.3.4.5.3 Resistencia frente a la abrasión

Para la determinación de resistencia que puede ofrecer el agregado grueso frente a la abrasión, fue necesario emplear el ensayo en el equipo los ángeles, para lo cual se recoge una muestra representativa de peso no menor a 5000 gr. Luego se introdujo en el equipo y se giró a una revolución de 30 a 33 rpm, durante 15 minutos. Posteriormente, se extrajo el material para después pasarlo por el tamiz N°. 12 (1.68 mm), llevándolo a secar, pesar y registrarlo, luego del cual se obtuvo el siguiente resultado:

$$\% \text{ Desgaste} = 100 * \left(\frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} \right)$$

$$\% \text{ Desgaste} = 100 * \left(\frac{5001 - 4286}{5001} \right)$$

$$\% \text{ Desgaste} = 14.29 \%$$

De acuerdo con los resultados en el ensayo de abrasión, se deduce que se tiene un material de alto valor de dureza, ya que agregados gruesos con valores de desgaste mayores al 50%, producen concretos con bajas resistencias, y el agregado analizado cumple con las características estimadas ($\geq 50 \%$), por lo cual es apto su uso para la elaboración de concretos.

3.3.4.6 TEREFALATO DE POLIETILENO (PET)

Para esta investigación no se realiza ensayos químicos, debido a que en la zona donde se ejecutó, no se cuenta con laboratorios químicos, ni públicos (universidades) ni privados, que permitan realizar ensayos sobre la composición y reacciones del PET, por lo que solo se tomó en cuenta la información ya conocida en otras publicaciones.

El material utilizado en esta investigación fue proporcionado por la planta recicladora Jor Plast – tecnología del plástico SRLTDA, de la ciudad de Abancay, empresa dedicada al reciclaje

y procesamiento de productos plásticos, como el tereftalato de polietileno (PET). El material proporcionado se encontró en óptimas condiciones para su uso, pero por temas de seguridad, se realizó el lavado previo del tereftalato de polietileno, para limpiar algunas impurezas de los plásticos, antes del proceso de corte. Este material costó S/. 2.00 soles el kilo, cortado.

Figura 28. Vista y frontis planta de reciclaje Jor Plast – Abancay.



Nota: Elaboración propia.

Para conocer las propiedades físicas del PET, se realizan los mismos ensayos utilizados en el agregado fino, y es de esta forma que este material se sustituyó en porcentajes de 5 %, 10 % y 15 %. Para ello se siguió los mismos procesos de control para determinar su calidad y características físicas.

No se pudo realizar de la misma forma que en los agregados, debido a que tienen diferente textura y comportamiento, por lo que, para la presente investigación, se tomó valores ya conocidos de las características físicas del PET utilizadas en investigaciones anteriores a la presente, las cuales son las siguientes:

Tabla 17. Propiedades mecánicas del PET

PROPIEDADES FISICAS DEL PET	
Densidad bruta	520 kg/m ³
Densidad neta	1400 kg/m ³
Módulo de Young	2800 – 3100 Mpa
Resistencia a la Tracción	900 Kg/cm ²
Resistencia a la tensión	0.60 - 0.74 kg/cm ²
Resistencia a la compresión	260 – 480 kg/cm ²
Resistencia al calor	80 -120 °C
Resistencia a flexión	1450 kg/cm ²

Nota: Tomado de (Barrios & Yana, 2019), p. 12.

Figura 29. Textura física del tereftalato de polietileno PET



Nota: Elaboración propia.

3.3.4.6.1 Granulometría del tereftalato de polietileno (PET)

Una vez trasladado el material en el laboratorio se procedió con la iniciación de los ensayos de control de calidad en el tereftalato de polietileno PET. La primera prueba realizada a dicho material fue la granulometría, para ello se realizó lo siguiente:

- Se preparó los tamices: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200, verificando previamente la limpieza de estos.
- Se colocó la muestra en los tamices y se procedió al tamizaje de forma manual, dando movimiento de adelante hacia atrás y en forma giratoria.
- Una vez terminado de tamizar se retira el material retenido del tamiz utilizado. Se pesó cada material retenido y registró los resultados.
- Se realizó los cálculos a base de los registros obtenidos y se interpretó en la hoja de cálculo para su mejor verificación e interpretación, según los husos.

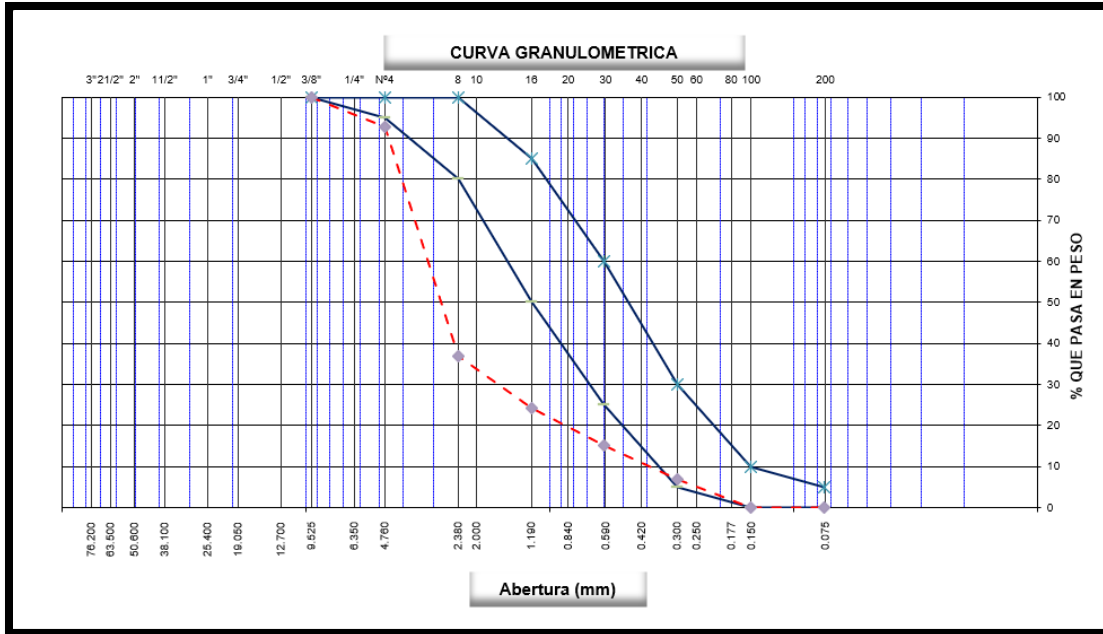
Figura 30. Granulometría del tereftalato de polietileno (PET).



Nota: Elaboración propia.

Resultados obtenidos del análisis granulométrico.

Figura 31. Curva granulométrica del tereftalato de polietileno PET.



Nota: Tomado del certificado de control granulométrico del tereftalato de polietileno PET, 2021, Laboratorio HK Constructores (ver anexo).

Del gráfico, se puede interpretar que el tereftalato de polietileno, el cual se empleó sustituto en porcentajes del agregado fino en la elaboración de concreto, presenta un tamaño mayor al agregado fino, no pudiendo distribuirse con normalidad en las gradaciones recomendadas por la norma NTP 400.037.

3.3.4.6.2 Módulo de fineza tereftalato de polietileno (PET).

El proceso de obtención del módulo de fineza fue similar al procedimiento que se realizó en el agregado fino, conforme a las recomendaciones dadas en la (NTP 400.012, 2001)(NTP 400.012), según la siguiente ecuación:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

$$MF = \frac{7.4 + 63.2 + 75.9 + 85 + 93.1 + 100}{100}$$

$$MF = 4.25$$

De lo obtenido para el módulo de fineza, se puede interpretar que al obtener un valor de 4.2, el agregado fino presenta una textura gruesa mayor al del agregado fino, lo cual produce que una vez el PET sea agregado a la mezcla de concreto, debe ser bien batido, con el propósito de conseguir una adecuada acomodación de sus partículas y presente un alto grado de trabajabilidad en el concreto.

3.3.4.6.3 Contenido de humedad del tereftalato de polietileno (PET).

Para la realización del ensayo y la obtención del valor del contenido de humedad en el material, se procedió de acuerdo a la (NTP 400.012, 2001) y se obtuvo los siguientes resultados:

$$\% C. H. del Pet = \frac{(Peso Húmedo - Peso Seco)}{Peso Seco} * 100$$

$$\% C. H. del Pet = \frac{(132 - 132)}{132} * 100$$

$$\% C. H. del Pet = 0.00\%$$

3.3.4.6.4 Porcentaje de absorción y peso específico en el tereftalato de polietileno (PET).

Los valores de absorción y peso específico fueron determinados por medio del procedimiento equivalente al del agregado fino. Además, se entiende que, por tratarse de un plástico, este no presenta absorción, por el valor de 0.00 %, al tratarse de un plástico, pero si se pudo hallar su valor en su peso específico.

Figura 32. Ensayo de absorción y peso específico tereftalato de polietileno PET.



Nota: Elaboración propia.

Una vez procesado el ensayo los valores se aplicó la siguiente ecuación:

a) Peso específico del tereftalato de polietileno (PET).

$$\text{Peso específico de los sólidos} = \frac{W_o}{(V)}$$

Donde

W_o : Peso muestra seca.

V : Volumen conocido del contenedor o del frasco cm^3

V_a : Peso o volumen en cm^3 agua introducida en el picnómetro.

W_{SSS} : Peso superficialmente saturado de la muestra.

$$P.e.s = \frac{132}{(510)}$$

$$P.e.s = 0.259 \text{ gr/cc}$$

b) Peso específico saturado con superficie seca del tereftalato de polietileno (PET).

Para la obtención del valor y posterior cálculo en el peso específico con superficie seca del tereftalato, se utilizó la siguiente ecuación:

$$P. e. SSS = \frac{W_{SSS}}{(V)}$$

$$P. e. SSS = \frac{132}{510}$$

$$P. e. SSS = 0.259 \text{ gr/cc}$$

c) Peso específico aparente del tereftalato de polietileno (PET).

Para la obtención del valor y posterior cálculo en el peso específico con aparente del tereftalato, se utilizó la siguiente ecuación:

$$P. e. a = \frac{W_o}{(V) - (W_{SSS} - W_o)}$$

$$P. e. a = \frac{132}{(510) - (132 - 132)}$$

$$P. e. a = 0.259 \text{ gr/cc}$$

d) Absorción del tereftalato de polietileno (PET).

Al ser un plástico este material no presenta absorción alguna, así como se presenta en el cuadro siguiente:

Tabla 18. Resultados absorción del tereftalato de polietileno (PET)

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr.	132.0	125.0		
2	Peso Frasco + agua	gr.	1121.0	1045.0		
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	1253.0	1170.0		
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	743.0	735.0		
5	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	gr.	510.0	435.0		
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	132.0	125.0		
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)		510.0	435.0		

Nota: Tomado del certificado de control de calidad del tereftalato de polietileno (PET) 2021 Laboratorio HK Constructores. (Ver anexo).

$$\%Abs = \frac{W_{sss} - W_o}{W_o} \times 100$$

$$\%Abs = \frac{132 - 132}{132} \times 100$$

$$\%Abs = 0.00 \%$$

$$\%Abs = \frac{W_{sss} - W_o}{W_o} \times 100$$

$$\%Abs = \frac{125 - 125}{125} \times 100$$

$$\%Abs = 0.00\%$$

Observación: Para esta prueba se trabajó con dos muestras, para posteriormente promediar los resultados obtenidos y tener como resultado final promedio, que el secado de la muestra se secó al aire libre durante 24h.

$$\%Abs = 0.00 \%$$

3.3.4.6.5 Peso unitario compactado y suelto tereftalato de polietileno (PET).

a) Peso unitario suelto del tereftalato de polietileno (PET)

Con el propósito de calcular lo referente al peso unitario suelto y compactado en el tereftalato de polietileno PET, para ello se realizaron las recomendaciones de la NTP 400.017, las cuales son las mismas que para el agregado fino. Se estableció el siguiente procedimiento: se tomó un contenedor de peso y volumen conocido. Posteriormente, se tomó tres porciones de

muestras, libres de cohesión y secados al aire libre. Se rellenó en un recipiente el material a una caída libre de altura de 5cm. Una vez rellenado dicho recipiente, se procedió a enrasar, para luego realizar su pesaje y registro. Para este ensayo se empleó la siguiente fórmula:

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

$$P.U.S = \frac{825}{1836.8}$$

$$P.U.S = 0.45 \text{ gr/cm}^3.$$

Tabla 19. Resultados de peso unitario suelto PET

Descripcion	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	990.0	975	1010
Peso del recipiente (gr)	165.0	165.0	165.0
Peso de la muestra (gr)	825.0	810	845
Volumen (cm³)	1836.8	1836.8	1836.8
Peso Unitario Suelto Humedo (kg/cm³)	0.449	0.441	0.460
Peso Unitario Suelto Seco	0.450		

Nota: Tomado del certificado de control de calidad del tereftalato de polietileno PET, 2021, Laboratorio HK Constructores (ver anexo).

Figura 33. Realización y pesaje, peso unitario compactado PET.



Nota: Elaboración propia.

b) Peso unitario compacto del tereftalato de polietileno (PET).

Las recomendaciones de la NTP 400.017 señalan que para el valor del peso unitario se debe realizar el procedimiento similar al del agregado fino. Se debe tomar un recipiente de volumen y peso conocido. Posteriormente, se tomó tres porciones de muestras, libres de cohesión y secados al aire libre. Se rellenó en un recipiente en tres capas con el material a una caída libre de altura de 5cm. Se procedió a compactar y acomodar con una varilla lisa cada nivel. Una vez rellenado dicho recipiente se procedió a enrasar, para luego realizar su pesaje y registro.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

$$P.U.C = \frac{965}{1836.8}$$

$$P.U.C = 0.529 \text{ gr/cm}^3$$

Tabla 20. Resultados obtenidos peso unitario compactado PET.

Descripcion	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	1130.0	1132	1150
Peso del recipiente (gr)	165.0	165.0	165.0
Peso de la muestra (gr)	965.0	967	985
Volumen (cm³)	1836.8	1836.8	1836.8
Peso Unitario Compactado Humedo (kg/cm³)	0.525	0.526	0.536
Peso Unitario Compactado Seco	0.529		

Nota: Tomado del certificado de control de calidad del tereftalato de polietileno PET, peso unitario compactado, Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

Figura 34. Varillado y pesaje ensayo de peso unitario compactado PET.



Nota: Elaboración propia.

Una vez realizados los ensayos, se puede concluir que los resultados que se obtuvo se encuentran dentro de los parámetros recomendados: 1500 y 1900 kg/m³, lo cual indica que dicho agregado tiene una alta capacidad de acomodación de partículas.

3.4 Diseño de mezclas

3.4.1 Método de diseño de mezclas

Se realiza la metodología establecida por el Comité 211 ACI, es cual es uno de los más utilizados, tanto en trabajos e investigaciones aplicadas en el ámbito de la ciudad de Abancay, las cuales anteceden a esta investigación.

3.4.1.1 Diseño de mezclas para concreto $f'c=210$ kg/cm² – según método ACI

El diseño del concreto patrón se realizó mediante el método ACI, el cual se usó como base para el desarrollo del diseño de mezcla con los diversos porcentajes de PET. Para ello, mostramos previamente los resultados de los ensayos a los que fueron sometidos los materiales que se utilizaran en la preparación de concreto, el cual se detalla a continuación:

Tabla 21. Características de los materiales previo al diseño $f'c=210$ kg/cm².

MATERIALES PARA SU USO EN LA PREPARACION DE CONCRETO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO	FINO	GRUESO
PROCEDENCIA	Cantera Murillo - Pachachaca			
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	Pulg.		N° 4	1"
PESO ESPECIFICO	Gr/cc.	2.82	2.56	2.72
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³		1621	1586
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³		1713	1607
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		3.31	0.86
ABSORCION	%		1.21	1.05
MODULO DE FINEZA			3.08	

Nota: Valores adaptados de certificados de control de calidad del agregado grueso y fino, Laboratorio HK Constructores, 2021.

Descritos los materiales y sus características, se obtuvo las siguientes dosificaciones en peso:

Tabla 22. Dosificación en peso por 1m³ de concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm².

DOSIFICACION EN PESO			
INSUMO	VOLUMENES ABSOLUTOS/M ³	PESOS KG/M ³	PROPORCION
CEMENTO	0.122	344.64	1
AGREGADO FINO	0.29	767.8	2.23
AGREGADO GRUESO	0.38	1040.53	3.02
AGUA	0.193	179.32	22.11
AIRE	0.015		

Nota: Valores adaptados de certificados de control de calidad del agregado grueso y fino, Laboratorio HK Constructores, 2021.

Tabla 23. Dosificación en volumen por bolsa para concreto $f'c=210$ kg/cm².

DOSIFICACION EN VOLUMEN			
INSUMO	UND.	VOLUMEN ABSOLUTO/P3	PROPORCION (BOLS/PIE3)
CEMENTO	BOLS	8.109	1
AGREGADO FINO	M3	16.723	2.06
AGREGADO GRUESO	M3	23.163	2.86
AGUA	M3	22.113	22.11

Nota: Valores adaptados de certificados de control de calidad del agregado grueso y fino, Laboratorio HK Constructores, 2021.

3.4.2 Diseño de mezcla para diferentes porcentajes de PET

Para esta investigación, se escogió el tereftalato de polietileno PET, el cual contiene partículas de tamaño máximo de 2mm a 4mm, esto con la finalidad de asemejarse en lo posible a un agregado fino y a su vez preste trabajabilidad y acomodamiento de las. Se trabajó con tres porcentajes de sustitución de PET por el agregado fino de 5 %, 10 % y 15 %, manteniéndose constante el porcentaje de agregado grueso y agua en cada una de estas mezclas, tal como indica el diseño en el concreto patrón.

Figura 35. Textura física y pesaje del tereftalato de polietileno (PET).



Nota: Elaboración propia.

Figura 36. Colocación y batido de mezcla con tereftalato de polietileno PET.



Nota: Elaboración propia.

Figura 37. Moldeo de briquetas con sustitución de PET.



Nota: Elaboración propia.

Se realizan cuatro mezclas diferentes:

- Resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución al 5 % del agregado fino por PET.

- Resistencia $f'c=210$ kg/cm² con sustitución al 10 % del agregado fino por PET.
- Resistencia $f'c=210$ kg/cm² con sustitución al 15 % del agregado fino por PET.

El porcentaje de agregado grueso y la relación de agua cemento, se mantienen constante, tanto para el diseño de mezcla del concreto patrón, así como para las mezclas con diversos porcentajes de PET.

3.4.2.1 DOSIFICACIONES EN PESO

Para la presente se da alcance de las diversas dosificaciones utilizadas para el diseño de mezclas del concreto patrón y los diferentes porcentajes de plástico reciclado PET.

Tabla 24. Dosificaciones en peso para 1m³ concreto patrón y concretos de 5 %, 10 % y 15 % con sustitución de PET de resistencia $F'c=210$ kg/cm².

DETALLE		DOSIFICACIÓN EN PESO			
DISEÑO	PORCENTAJES	MATERIAL	VOLUM. ABSOLUTOS (M3)	PESOS KG/M3	PROPORCION POR TANDA X BOLS.
M1 - $f'c=210$ kg/c m ²	0.00% PET (Concreto Patrón)	CEMENTO	0.122	344.64	1.00
		AGREGADO FINO	0.290	767.80	2.23
		AGREGADO GRUESO	0.380	1040.53	3.02
		AGUA	0.193	179.32	22.11
	5.00% PET	CEMENTO	0.122	344.64	1.00
		AGREGADO FINO	0.240	729.41	2.12
		AGREGADO GRUESO	0.380	1040.53	3.02
		PET	0.050	37.16	0.11
	10.00% PET	AGUA	0.193	180.10	22.21
		CEMENTO	0.122	344.64	1.00
		AGREGADO FINO	0.190	691.02	2.01
		AGREGADO GRUESO	0.380	1040.53	3.02
		PET	0.100	74.32	0.22
	15.00% PET	AGUA	0.193	180.88	22.31
		CEMENTO	0.122	344.64	1.00
		AGREGADO FINO	0.140	652.63	1.90
		AGREGADO GRUESO	0.380	1040.83	3.02
		PET	0.150	111.48	0.33
		AGUA	0.193	181.66	22.40

Nota: Valores adaptados de certificados de control de calidad de dosificación del agregado grueso y fino, PET del Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

En la Tabla 3-16, se presenta la dosificación en peso para el concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, y los distintos porcentajes de adición de plástico reciclado PET.

La sustitución de PET, se determinó de los volúmenes absolutos, de los porcentajes establecidos de 5 %, 10 % y 15 %. Asimismo, se retiró el agregado fino en el mismo porcentaje de adición de PET.

3.4.2.2 DOSIFICACIONES EN VOLUMEN

De acuerdo a la dosificación en peso de la mezcla M1, con distintos porcentajes de PET, se determinó la dosificación en volumen y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 25. Dosificación en volumen para 1m^3 de concreto patrón y concretos de 5 %, 10 % y 15 % de sustitución de PET resistencia $f'c=210\text{ kg/cm}^2$.

DETALLE			DOSIFICACIONES POR VOLUMENES	
MEZCLA	PORCENTAJES	MATERIALES	P3	PROPORCIONES P3 X TANDA
M1 - $f'c=210\text{kg/cm}^2$	0.00% PET	CEMENTO	8.109	1.00
		AGREGADO FINO	16.723	2.06
		AGREGADO GRUESO	23.163	2.86
		AGUA	22.113	22.11
	5.00% PET	CEMENTO	8.109	1.00
		AGREGADO FINO	15.887	1.96
		AGREGADO GRUESO	23.163	2.86
		PET	2.915	0.18
	10.00% PET	AGUA	22.209	22.21
		CEMENTO	8.109	1.00
		AGREGADO FINO	15.051	1.86
		AGREGADO GRUESO	23.163	2.86
	15.00% PET	PET	5.831	0.39
		AGUA	22.305	22.31
		CEMENTO	8.109	1.00
		AGREGADO FINO	14.215	1.75
	AGREGADO GRUESO	23.169	2.86	
	PET	8.746	0.62	
	AGUA	22.402	22.40	

Nota: Valores adaptados de certificados de control de calidad de dosificación en volumen del agregado grueso

y fino, PET del Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

3.4.2.3 CÁLCULO DE PESO DE MATERIALES PARA PROBETAS DE 6"X12"

Para la aplicación de los resultados de laboratorio y la elaboración de testigos que son nueve unidades por diseño, tanto para el diseño patrón y los tres distintos porcentajes propuestos en la presente investigación, se trabajó cantidades siguientes:

Tabla 26. Volumen de unidad de briqueta para moldeo de concreto.

VOLUMEN DE UNIDAD DE BRIQUETA			
DIAMETRO	6"	15.00	Cm
ALTURA	12"	30.00	Cm
VOLUMEN (CM3)		5301.31	cm3
VOLUMEN (M3)		0.00530131	m3

Nota: Elaboración propia.

Tabla 27. Cálculo para del peso total de de materiales para la ejecucion de de briquetas 6"x12", para una resistencia $f'c=210$.

CALCULO DE PESO PARA PROBETAS DE 6"X12"					
DETALLE		DOSIFICACIONES EN PESO			
MEZCLA	PET	DESCRIPCION	PESOS KG/M3	N° DE BRIQUETAS	PESO TOTAL EN KG.
F'C=210 KG/CM2	0.00%	CEMENTO	344.64	9	17.24
		AGREGADO FINO	767.8		38.42
		AGREGADO GRUESO	1040.53		52.01
		AGUA	179.32		8.97

Nota: Elaboración propia.

El cuadro presenta el cálculo de pesos para nueve unidades de probetas de dimensiones de 6" (15.24cm) x 12" (30.48cm), los cuales se utilizó en la preparación de testigos. Así mismo la preparación de los tres porcentajes trabajados en esta investigación, se remplazó el valor porcentual del peso con respecto al agregado fino.

Las cantidades elaboradas para los siguientes porcentajes fueron:

Concreto patrón F'C=210 KG/CM2	M1 = 9 Und.
Concreto con 5% PET. F'C=210 KG/CM2	M2 = 9 Und.
Concreto con 10% PET. F'C=210 KG/CM2	M3 = 9 Und.
Concreto con 15% PET. F'C=210 KG/CM2	M4 = 9 Und

3.4.3 Preparación de probetas de concreto

Para esta investigación se moldeó 36 unidades de probetas de concreto de 6" x 12" (150 x 300 mm), divididas en nueve juegos para cada porcentaje propuesto, así como el concreto patrón, estos se sometieron a pruebas de compresión a las edades de siete, catorce y 28 días, conforme a lo requerido de la Norma NTP 339.034 y la Norma ASTM C39.

Figura 38. Adicionamiento de PET a la mezcla de agregados.



Nota: Elaboración propia.

Figura 39. Elaboración de mezcla $f'c=210$ kg/cm² con sustitución de PET.



Nota: Elaboración propia.

Figura 40. Textura física del concreto fresco con adición de PET.



Nota: Elaboración propia.

Figura 41. Elaboración y moldeo de briquetas de concreto con adición de PE”.



Nota: Elaboración propia

Figura 42. Moldeo y varillado de especímenes de concreto con adición de PET.



Nota: Elaboración propia.

Figura 43. Planchado y nivelado de superficie de briqueta con de PET.



Nota: Elaboración propia.

3.4.4 Curado de probetas de concreto

Con respecto al curado de las probetas de concreto, se procedió conforme a lo establecido en la normativa ASTM C – 192, para lo cual una vez realizado las briquetas y pasadas las 24 horas desde su vaciado, se procedió al desencofrado de estas y posterior depósito en una poza de curado a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, en la cual las briquetas estuvieron sumergidas.

Figura 44. Desencofrado de briquetas para posterior curado.



Nota: Elaboración propia.

Figura 45. Posicionamiento de briquetas de concreto en poza de curado.



Nota: Elaboración propia.

Figura 46. Poza de curado con especímenes de concreto.



Nota: Elaboración propia.

3.5 Ensayos realizados al concreto fresco

3.5.1 Ensayo de manejabilidad (prueba de revenimiento o slump)

El control de trabajabilidad y determinación de los valores se realizaron por medio del procedimiento establecido en la normativa ASTM C 143 -78 (Asentamientos de concretos de cemento Portland), siendo aplicados en total tres ensayos de revenimiento por cada conjunto de mezclas, de los cuales se pudo obtener los siguientes resultados:

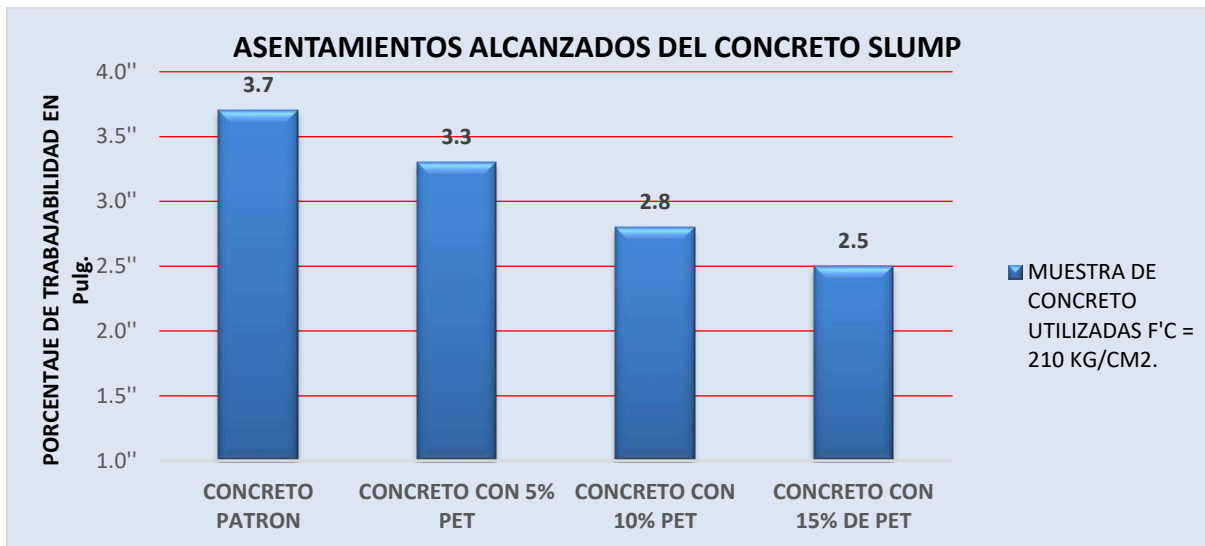
Tabla 28. Cuadro resumen de resultados slump registrados.

MEZCLA	GRUPO DE MUESTRA	ASENTAMIENTO REGISTRADOS
M1	CONCRETO, RESISTENCIA F´C= 210KG/CM2.	3.7"
M2	CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 5%,	3.3"
M3	CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 10%,	2.8"
M4	CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 15%,	2.5"

Nota: Elaboración propia.

En el cuadro anterior, se evidencia que conforme se aumenta la cantidad de PET, la mezcla de concreto se hace menos trabajable, en comparación del concreto de uso convencional.

Figura 47. Valores de Slump alcanzados.



Nota: Elaboración propia.

Figura 48. Realización del ensayo de revenimiento en concreto fresco Slump.



Nota: Elaboración propia.

Figura 49. Medición del asentamiento y trabajabilidad en el concreto fresco Slump.



Nota: Elaboración propia.

3.5.2 Ensayo de temperatura en el concreto

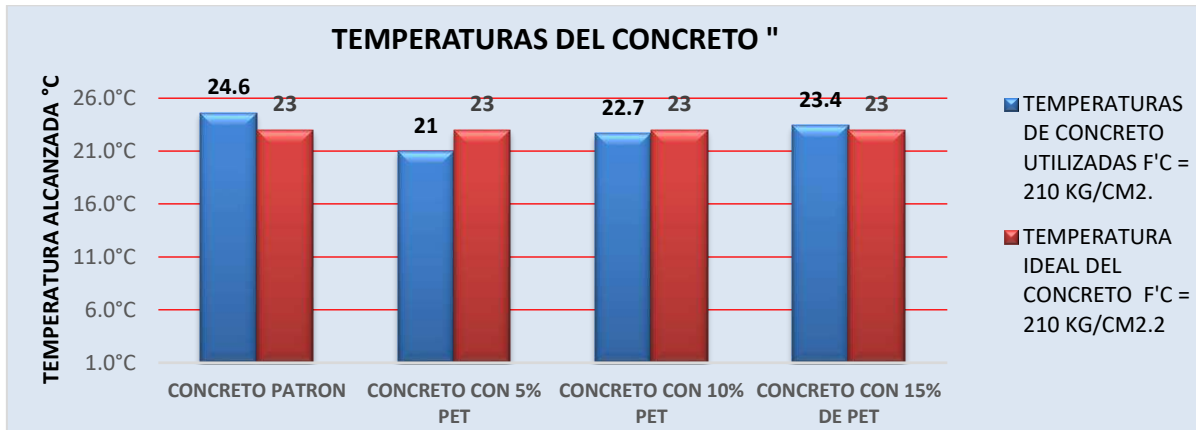
La temperatura se determinó de acuerdo a los procedimientos estipulados en la Norma ASTM 1064 (temperatura del concreto frasco) y la NTP 339.184, para lo cual, en la presente investigación, se realizó un registro por cada grupo de muestras realizadas, en el cual se utilizó el método normalizado. Se introdujo un termómetro de precisión de 0.5°C, el cual presentó temperatura ambiente de 18° a 23°C, durante los días de registro de temperatura, de lo cual se obtuvieron los subsiguientes resultados:

Tabla 29. Registro de temperaturas del concreto.

MEZCLA	MUESTRA TRABAJADA	TEMPERATURA PROMEDIO C°
M1	Concreto patrón, resistencia $F'c = 210\text{kg/cm}^2$.	24.6
M2	Concreto con sustitución PET al 5%.	21.0
M3	Concreto con sustitución PET al 10%.	22.7
M4	Concreto con sustitución PET al 15%.	23.4

Nota: Elaboración propia.

Figura 50. Valores de temperatura alcanzados vs. temperatura ideal del concreto.



Nota: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro presentado, se evidencia que la temperatura del concreto fresco es casi uniforme en todos los grupos de mezclas trabajadas y a su vez se encuentra cercana a la temperatura ideal, 23°C.

Figura 51. Toma y registro de temperatura en el concreto fresco.



Nota: Elaboración propia.

Figura 52. Medición de temperatura en el concreto fresco.



Nota: Elaboración propia.

3.6 Ensayos efectuados al concreto endurecido

3.6.1 Pruebas de resistencia a compresión en el concreto

Los valores de resistencia a la compresión en los diversos grupos de mezclas elaboradas en la presente investigación, se realizaron de acuerdo a lo estipulado y recomendado en la Norma ASTM C39: Resistencia a la compresión de cilindros modelados de concreto.

Se moldeó cuatro grupos de nueve briquetas cada uno, 36 briquetas moldeadas y llevadas a los ensayos de compresión a las edades de siete, catorce y veintiocho días.

Figura 53. Desmoldeo de briquetas y rotura de briquetas concreto.



Nota: Elaboración propia.

Figura 54. Rotura de especímenes a los siete días.



Nota: Elaboración propia.

Figura 55. Evaluación de especímenes a los catorce días.



Nota: Elaboración propia.

Una vez terminadas las roturas de especímenes a las edades de siete, catorce y 28 días, se obtuvo los resultados que a continuación se muestra:

Tabla 30. Resultados y registro de roturas y pesos alcanzados.

CUADRO DE RESISTENCIAS ALCANZADAS ROTURA DE BRIQUETAS F'C = 210 KG/CM2

GRUPO	BRIQUETA N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	PESO	EDAD	AREA	FUERZA APLICADA(KN).	RESISTENCIA A ALCANZADA (KG/CM2)	PORCENTAJE ALCANZADO	RESISTENCIA PROMEDIO	PROMEDIO ALCANZADO	
CONCRETO F'C=210 KG/CM2 COMUN	1	3/09/2021	10/09/2021	12158.50	7	181.45	228.09	128.18	61.04%	144.52	68.82%	
	2	3/09/2021	10/09/2021	12105.50	7	180.50	276.48	156.19	74.38%			
	3	3/09/2021	10/09/2021	12189.50	7	180.50	264.05	149.17	71.03%			
		4	2/09/2021	16/09/2021	12287.50	14	180.50	312.74	176.68	84.13%	182.48	86.90%
		5	2/09/2021	16/09/2021	12311.50	14	180.02	322.65	182.76	87.03%		
		6	2/09/2021	16/09/2021	12330.45	14	180.02	331.93	188.02	89.53%		
		7	14/09/2021	12/10/2021	12403.00	28	179.55	383.12	217.59	103.61%	219.24	104.40%
		8	14/09/2021	12/10/2021	12335.50	28	180.02	395.83	224.21	106.77%		
		9	14/09/2021	12/10/2021	12363.20	28	180.02	381.22	215.94	102.83%		
CONCRETO F'C=210 KG/ + 5% DE PET	1	9/09/2021	16/09/2021	11867	7	180.50	229.66	129.74	61.78%	136.71	65.10%	
	2	9/09/2021	16/09/2021	11816.5	7	180.02	246.43	139.59	66.47%			
	3	9/09/2021	16/09/2021	11720.5	7	180.50	249.24	140.81	67.05%			
		4	9/09/2021	23/09/2021	11699	14	180.02	265.43	150.35	71.59%	155.92	74.25%
		5	9/09/2021	23/09/2021	11786.5	14	179.55	285.13	161.93	77.11%		
		6	9/09/2021	23/09/2021	11732.2	14	180.31	274.93	155.48	74.04%		
		7	21/09/2021	19/10/2021	11827.5	28	180.50	324.84	183.51	87.39%	182.25	86.78%
		8	21/09/2021	19/10/2021	11902.5	28	180.50	334.65	189.06	90.03%		
		9	21/09/2021	19/10/2021	11760	28	180.02	307.48	174.17	82.94%		
CONCRETO F'C=210 KG/CM2 + 10% DE PET	1	3/09/2021	10/09/2021	12158.5	7	179.55	167.96	95.39	45.42%	104.78	49.89%	
	2	3/09/2021	10/09/2021	12105.5	7	180.02	198.2	112.27	53.46%			
	3	3/09/2021	10/09/2021	12189.5	7	180.50	188.83	106.68	50.80%			
		4	9/09/2021	23/09/2021	11317	14	180.02	202.62	114.77	54.65%	121.62	57.91%
		5	9/09/2021	23/09/2021	11230.5	14	180.50	227.94	128.77	61.32%		
		6	9/09/2021	23/09/2021	11450.5	14	180.02	214.16	121.31	57.77%		
		7	17/09/2021	15/10/2021	11359.5	28	180.50	252.82	142.83	68.01%	143.16	68.17%
		8	17/09/2021	15/10/2021	11536	28	180.02	268.34	152.00	72.38%		
		9	17/09/2021	15/10/2021	11502	28	180.26	238.06	134.67	64.13%		
CONCRETO F'C=210 KG/CM2 + 15% DE PET	1	3/09/2021	10/09/2021	11005.5	7	180.02	153.64	87.03	41.44%	97.33	46.35%	
	2	3/09/2021	10/09/2021	10902.5	7	179.55	153.59	87.23	41.54%			
	3	3/09/2021	10/09/2021	10902.5	7	180.02	207.86	117.74	56.07%			
		4	4/09/2021	18/09/2021	11084	14	180.50	193.52	109.33	52.06%	109.85	52.31%
		5	4/09/2021	18/09/2021	11054.5	14	180.50	186.93	105.60	50.29%		
		6	4/09/2021	18/09/2021	11055.5	14	179.55	201.83	114.63	54.58%		
		7	14/09/2021	12/10/2021	11376	28	180.26	259.28	146.67	69.84%	133.65	63.64%
		8	14/09/2021	12/10/2021	11072.5	28	180.26	194.23	109.87	52.32%		
		9	14/09/2021	12/10/2021	11240.6	28	180.26	255.3	144.42	68.77%		

Nota: Valores obtenidos de certificados de control de calidad del concreto endurecido, Laboratorio HK Constructores, 2021 (Ver anexo).

Tabla 31. Registro de promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y en sus diferentes porcentajes a los siete días.

MUESTRA	EDAD	RESISTENCIA ESPECIFICADA A Kg/cm^2	RESISTENCIA ROTURA PROMEDIO Kg/cm^2	RESISTENCIA PROMEDIO %	% QUE DEBE DE ALCANZAR	% DE INCREMENTO (+) O REDUCCION (-)
CONCRETO, PATRÓN RESISTENCIA $F'c=210\text{KG/CM}^2$.	7	210	144.52	68.82%	67%	1.82%
MUESTRAS DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 5%, RESISTENCIA $F'c=210\text{KG/CM}^2$.	7	210	136.71	65.10%	67%	- 1.90%
MUESTRAS DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 10%, RESISTENCIA $F'c=210\text{KG/CM}^2$.	7	210	104.78	49.89%	67%	-17.11%
MUESTRAS DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 15%, RESISTENCIA $F'c=210\text{KG/CM}^2$.	7	210	97.33	46.35%	67%	-20.65%

Nota: Elaboración propia.

Tabla 32. Registro promedio de resistencia a compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y en sus diferentes porcentajes a los catorce días.

MUESTRA	EDAD	RESISTENCIA ESPECIFICADA Kg/cm^2	RESISTENCIA ROTURA PROMEDIO Kg/cm^2	RESISTENCIA PROMEDIO %	% QUE DEBE DE ALCANZAR	% DE INCREMENTO (+) O REDUCCION (-)
CONCRETO, PATRÓN RESISTENCIA $F'c=210\text{KG/CM}^2$.	14	210	182.48	86.90%	86%	0.90%
MUESTRAS DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 5%, RESISTENCIA $F'c=210\text{KG/CM}^2$.	14	210	155.92	74.25%	86%	- 11.75%
MUESTRAS DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 10%, RESISTENCIA $F'c=210\text{KG/CM}^2$.	14	210	121.62	57.91%	86%	-28.09%
MUESTRAS DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 15%, RESISTENCIA $F'c=210\text{KG/CM}^2$.	14	210	109.85	52.31%	86%	-33.69%

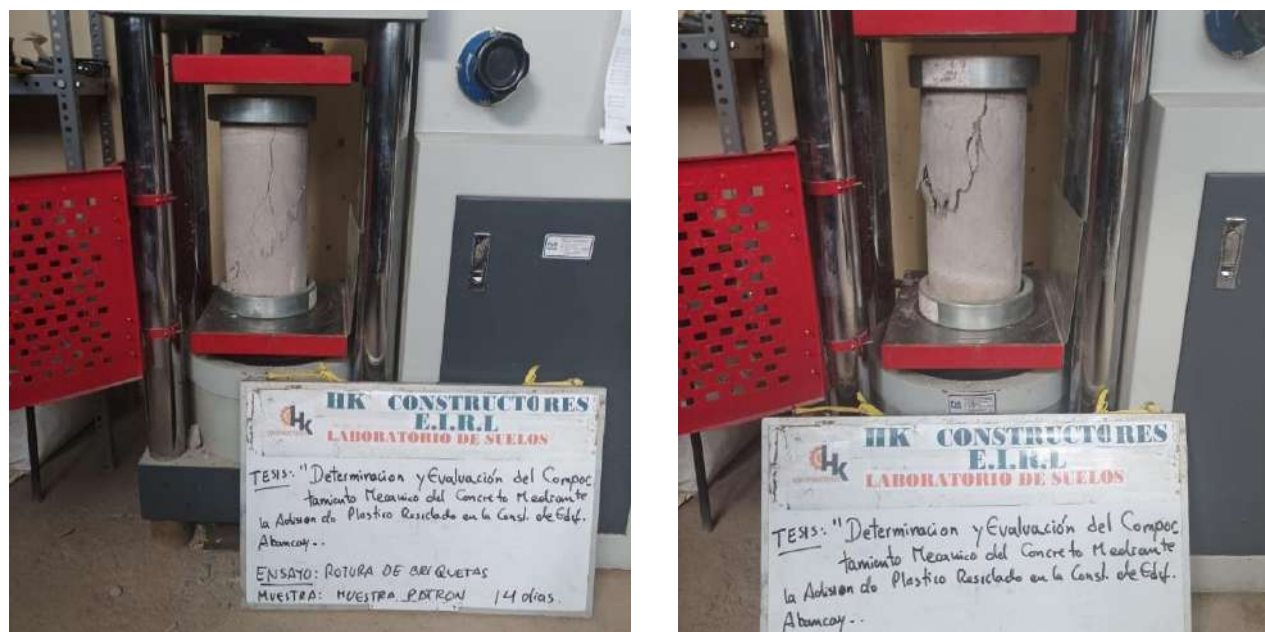
Nota: Elaboración propia.

Tabla 33. Registro promedio de las resistencias a compresión en el concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y en sus diferentes porcentajes a los 28 días.

MUESTRA	EDAD	RESISTENCIA DISEÑADA Kg/cm ²	RESISTENCIA ROTURA PROMEDIO Kg/cm ²	% DE RESISTENCIA PROMEDIO	% DE RESISTENCIA REQUERIDA	% DE INCREMENTO (+) O REDUCCION (-)
MUESTRA PATRÓN RESISTENCIA $F_c=210\text{KG/CM}^2$.	28	210	219.24	104.40%	100%	4.40%
MUESTRAS DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 5%, RESISTENCIA $F_c=210\text{KG/CM}^2$.	28	210	182.25	86.78%	100%	- 13.22%
MUESTRAS DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 10%, RESISTENCIA $F_c=210\text{KG/CM}^2$.	28	210	143.16	68.17%	100%	-31.83%
MUESTRAS DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE PET AL 15%, RESISTENCIA $F_c=210\text{KG/CM}^2$.	28	210	133.65	63.64%	100%	-36.36%

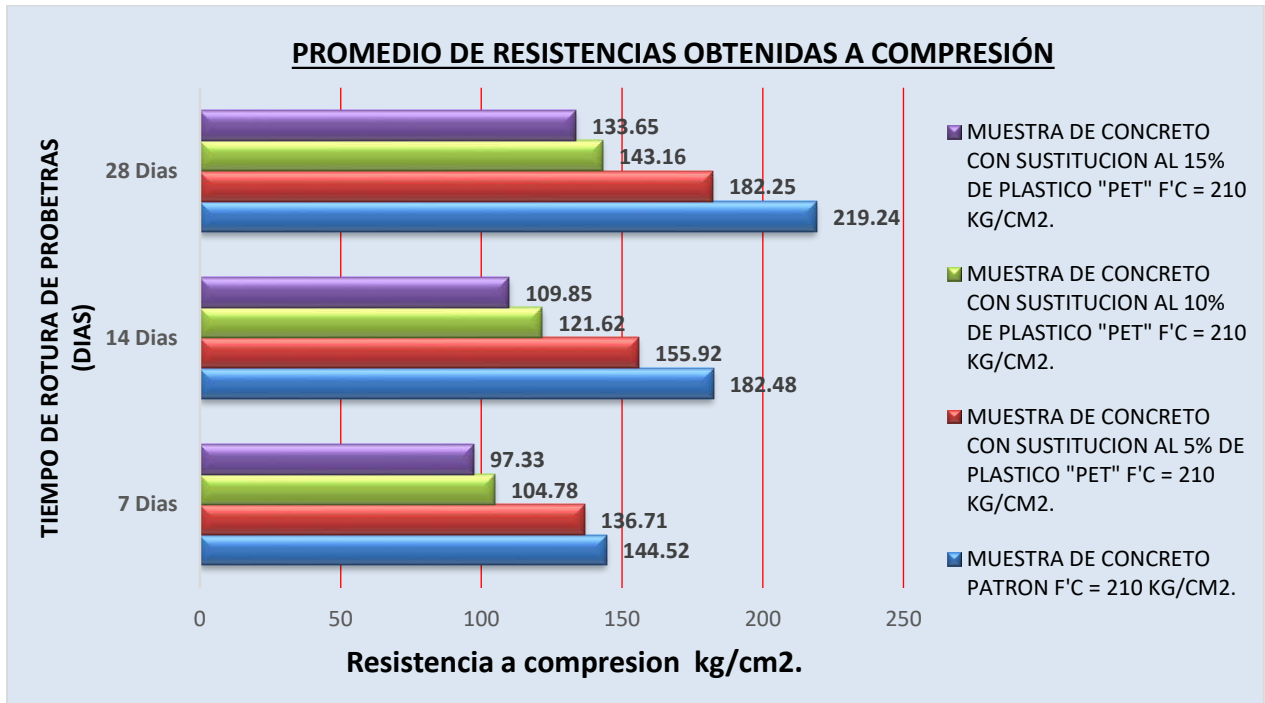
Nota: Elaboración propia

Figura 56. Evaluación de especímenes de concreto a los 28 días.



Nota: Elaboración propia

Figura 57. Valores de resistencia vs tiempo promedio $f'c=210$ kg/cm².



Nota: Elaboración propia

En el grafico presentado se logra apreciar que el valor más alto registrado es el del concreto patrón y el más bajo, la muestra de concreto con sustitución al 15 % de PET, con respecto al agregado fino. Incidencia que se presenta a lo largo de las edades de los concretos evaluados.

3.6.2 Pesos en el concreto endurecido

Durante la realización de este estudio también se consideró y registró el peso, tanto en el concreto patrón, como de los diversos porcentajes de sustitución de plástico reciclado PET por agregado fino. Se obtuvo los siguientes registros:

Figura 58. Registro y pesaje espécimen de concreto patrón a los siete días.



Nota: Elaboración propia

Figura 59. Pesaje de briqueta espécimen de concreto con sustitución a los 28 días.



Nota: Elaboración propia

Tabla 34. Registro de pesos obtenidos en el concreto $F'c = 210\text{kg/cm}^2$ y sus distintos porcentajes a los siete días.

MUESTRA	EDAD	PESO REGISTRADO (gr.)	PESO PROMEDIO
CONCRETO, PATRON RESISTENCIA $F'c=210\text{KG/CM}^2$	7	12158.5	12151.17
	7	12105.5	
	7	12189.5	
MUESTRAS DE CONCRETO ADICIONAMIENTO DE PET AL 5%	7	11867	11801.33
	7	11816.5	
	7	11720.5	
MUESTRAS DE CONCRETO ADICIONAMIENTO DE PET AL 10%	7	11145.23	11358.65
	7	11534.32	
	7	11396.4	
MUESTRAS DE CONCRETO ADICIONAMIENTO DE PET AL 15%	7	11005.5	11020.17
	7	10902.5	
	7	11152.5	

Nota: Valores obtenidos de certificados de control de calidad del concreto endurecido, Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

Tabla 35. Registro de pesos obtenidos concreto $F'c = 210\text{ kg/cm}^2$ y en sus distintos porcentajes a los catorce días.

MUESTRA	EDAD	PESO REGISTRADO (gr.)	PESO PROMEDIO
CONCRETO, PATRON RESISTENCIA $F'c=210\text{KG/CM}^2$	14	12287.5	12309.82
	14	12311.5	
	14	12330.45	
MUESTRAS DE CONCRETO CON ADICIONAMIENTO DE PET 5%	14	11699	11739.23
	14	11786.5	
	14	11732.2	
MUESTRAS DE CONCRETO CON ADICIONAMIENTO DE PET 10%	14	11317	11332.67
	14	11230.5	
	14	11450.5	
MUESTRAS DE CONCRETO CON ADICIONAMIENTO DE PET 15%	14	11084	11064.67
	14	11054.5	
	14	11055.5	

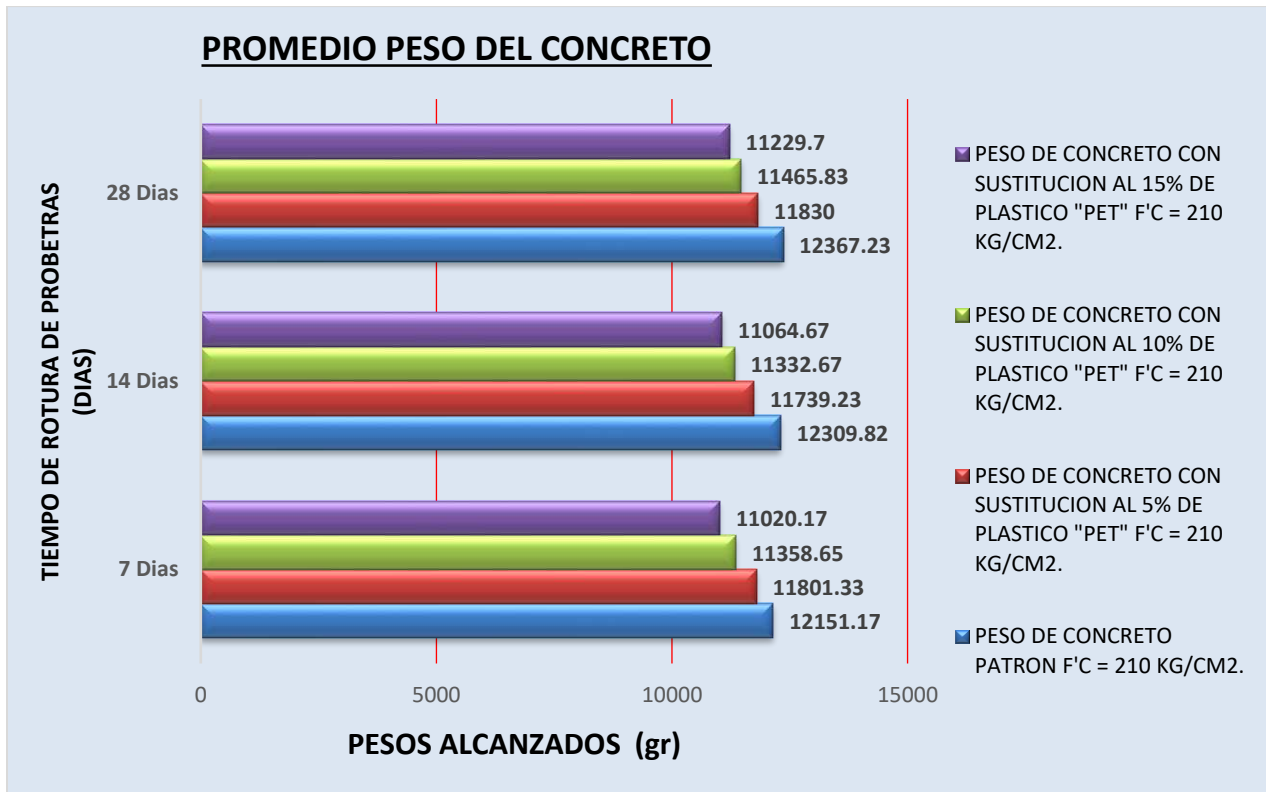
Nota: Valores obtenidos de certificados de control de calidad del concreto endurecido, Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

Tabla 36. Registro de pesos obtenidos concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y en sus diferentes porcentajes a sus 28 días.

MUESTRA	EDAD	PESO REGISTRADO (gr.)	PESO PROMEDIO
CONCRETO, PATRON $F'c=210\text{KG/CM}^2$	28	12403	12367.23
	28	12335.5	
	28	12363.2	
MUESTRAS DE CONCRETO CON ADICIONAMIENTO PET AL 5%	28	11827.5	11830.00
	28	11902.5	
	28	11760	
MUESTRAS DE CONCRETO CON ADICIONAMIENTO PET AL 10%	28	11359.5	11465.83
	28	11536	
	28	11502	
MUESTRAS DE CONCRETO CON ADICIONAMIENTO PET AL 15%	28	11376	11229.70
	28	11072.5	
	28	11240.6	

Nota: Valores obtenidos de certificados de control de calidad del concreto endurecido, Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

Figura 60. Promedio de pesos alcanzados.



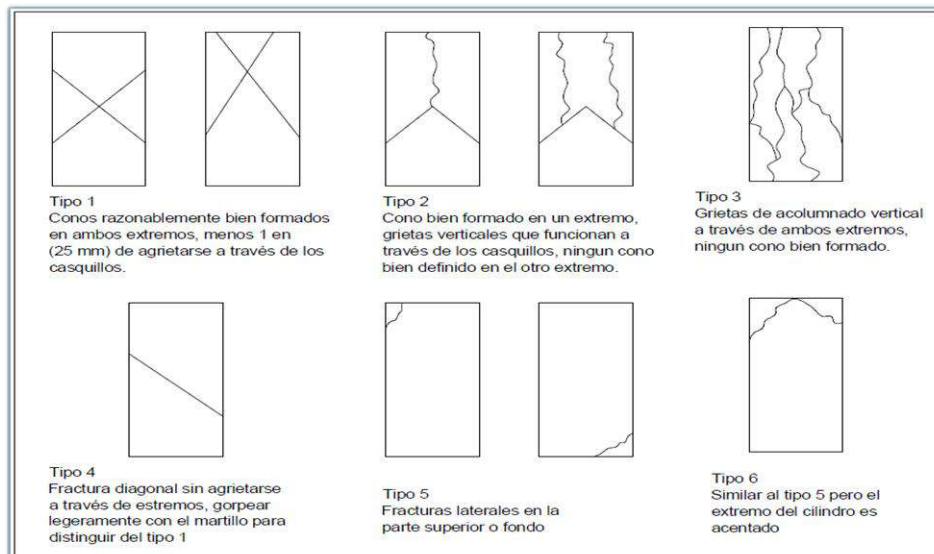
Nota: Elaboración propia.

De la figura anterior, se puede notar los diferentes pesos registrados, tanto para el concreto patrón, como para todas las proporciones de sustitución PET fino. Asimismo, se puede observar que la variación de pesos a lo largo del tiempo de edad del concreto, es menor, pero mientras mayor es la cantidad o el porcentaje de PET que sustituye al agregado en la mezcla, este será de menor peso.

3.6.3 Identificación y tipos de fallas presentadas en los especímenes de concreto

Respecto a las pruebas de resistencia a la compresión para cada una de las diferentes muestras realizadas, se identificó tipos de fallas comunes, como de tipo corte, columnar, aunque también se pudo apreciar algunos de tipos de falla que a continuación identificamos:

Figura 61. Esquema de tipos de falla y fractura en especímenes de concreto.



Nota: Tomado de la Norma ASTM C-39, p 19.

Realizado los ensayos de compresión, se identificó en los ejemplares ensayados los tipos de fracturas presentados en estos, por lo que se puede asociar a los tipos I,II, III (conos, acolumnados y grietas verticales). Esto se evidencia en las siguientes imágenes.

Figura 62. Falla tipo 6 y Falla Tipo 3 a los 28 días.



Nota: Elaboración propia.

Figura 63. Falla tipo 3 y Falla tipo 2 Registrado en especímenes a los catorce días.



Nota: Elaboración propia.

Figura 64. Falla de tipo 4 y falla de tipo 2 en ejemplares de concreto con 5 % de adición de PET a los catorce días.



Nota: Elaboración propia.

Figura 65. Falla de tipo 2 en especímenes con 15 % de adición de PET a los 28 días.



Nota: Elaboración propia

Figura 66. Falla de tipo 2 en el concreto y adición de PET al 10 %.



Nota: Elaboración propia.

3.6.4 Módulo de elasticidad en el concreto ensayado

El módulo de elasticidad del concreto se determinó con la aplicación de las fórmulas dispuestas por la norma E- 060, en su apartado 8.5.1, y tiene las siguientes expresiones:

$$E_c = (wc)^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \quad (8-2 \text{ E- } 060).$$

Y para concreto de peso unitario normales ($wc \approx 2300 \text{ kg/m}^3$), puede tomarse:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \quad (8-3 \text{ E-}060).$$

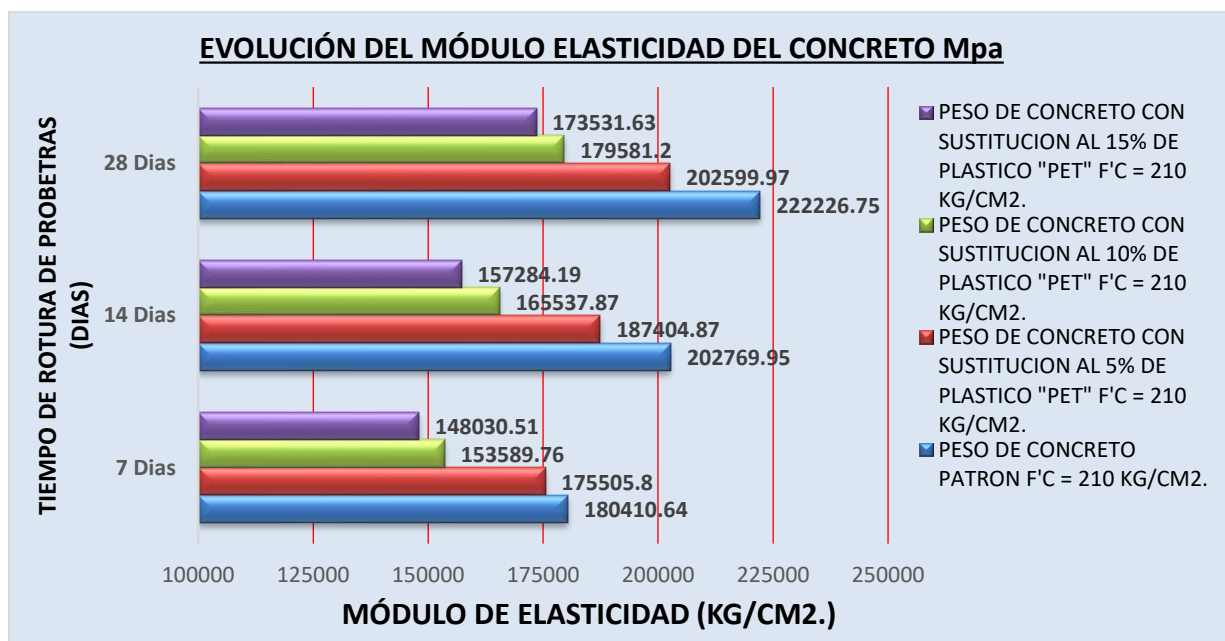
Se pudo observar que en el concreto patrón el peso unitario es igual o cerca de 2300 kg/m^3 , por ser un concreto normal, por lo que para el cálculo se utilizó la segunda expresión. En la siguiente Tabla es posible apreciar los efectos logrados en cada uno de las pruebas:

Tabla 37. Registro de resultados obtenidos para el módulo de elasticidad promedio a los siete, catorce y 28 días concreto en Kg/cm².

MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO PROMEDIO F' C=210 KG/CM2.						
DESCRIPCION	7 dias		14 dias		28 dias	
	kg/cm2	Ec	Kg/cm2	Ec	Kg/cm2	Ec
CONCRETO, PATRON DE RESISTENCIA F'c=210KG/CM2.	144.52	180410.64	182.48	202769.95	219.24	222226.75
CONCRETO CON SUSTITUCION DE PET AL 5%, RESISTENCIA F'c=210KG/CM2.	136.71	175505.8	155.92	187404.87	182.25	202599.97
CONCRETO CON SUSTITUCION DE PET AL 10%, RESISTENCIA F'c=210KG/CM2.	104.78	153589.76	121.62	165537.87	143.16	179581.2
CONCRETO CON SUSTITUCION DE PET AL 15%, RESISTENCIA F'c=210KG/CM2.	97.33	148030.51	109.85	157284.19	133.65	173531.63

Nota: Elaboración propia.

Figura 67. Evolución de Módulo de elasticidad del concreto.



Nota: Elaboración propia.

De la figura anterior, se puede observar el desarrollo de los módulos de elasticidad del concreto patrón y sus variadas proporciones de sustitución de PET propuestos para la presente investigación, a lo largo de las edades que van desde los siete hasta los veintiocho días, en el cual el valor más alto de módulo de elasticidad presentado se dio en el concreto patrón (222'226.75) desarrollado en 28 días. También, se observa que el menor registro es del concreto con sustitución al 15 % de PET, con respecto al agregado fino y el valor registrado de (148'030.51) desarrollado en siete días.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Generalidades

Los materiales usados y analizados son:

- Arena fina, natural de la cantera Murillo Pachachaca.
- Piedra chancada, de la cantera Murillo Pachachaca.
- Cemento Portland Tipo IP, de marca Yura – Arequipa.
- Plástico Reciclado tipo PET, procedente de la recicladora Jor Plast – Tecnología del Plástico SRLTDA – Abancay.
- Agua de la red pública de la empresa municipal de saneamiento y agua potable de la ciudad de Abancay.

Para el diseño de mezcla del concreto patrón, y sus porcentajes de piedra y arena se empleó las tablas mencionadas en el procedimiento de diseño de mezclas según el ACI (Instituto Americano del Concreto).

Se utilizó el mismo diseño de mezclas para elaborar el concreto patrón y demás concretos con diversos porcentajes de sustitución de plástico reciclado PET, considerando también la misma relación agua/cemento, tanto para el concreto patrón y demás concretos con diversos porcentajes de plástico reciclado PET.

Para los ensayos en concreto fresco, como el control de temperatura y control del

revenimiento Slump, se realizó en las mismas condiciones y el mismo método de control, tanto para el concreto patrón, así como los diversos porcentajes de PET.

4.2 Agregados

4.2.1 Agregado fino

El material que se manejó es procedente de la cantera Murillo, ubicado en Pachachaca, en la ciudad de Abancay, la cual presentó las siguientes características.

Tabla 38. Características presentadas en agregado fino.

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO		
Granulometría Agregado fino (NTP 400.012)		ACEPTABLE
Módulo de fineza (NTP 400.011)		3.08
Contenido de humedad (NTP 400.016)	%	3.31
Peso específico de los solidos	gr/cc	2.72
Absorción	%	1.21
Peso unitario Suelto (NTP 400.017)	kg/m ³	1621
Peso unitario Compactado (NTP 400.017)	kg/m ³	1713
Contenido de Material Orgánico	%	0.45
Material mas fino que pasa la malla 200	%	1.13

Nota: Valores obtenidos de certificados de control de calidad del agregado fino, Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

De los resultados obtenidos para el agregado, se puede deducir que estos se hallan dentro de los valores requeridos por la NTP, así como también lo establecido en los manuales de ensayos de control de calidad. Se determinó que los materiales analizados se encuentran aptos para la producción de concretos.

4.2.2 Agregado Grueso

El agregado grueso utilizado procede de la cantera Murillo Pachachaca – Abancay

presentó las siguientes características:

Tabla 39. Caracterización del agregado grueso.

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO GRUESO		
Granulometría agregado grueso (NTP 400.037)		ACEPTABLE
Módulo de fineza (NTP 400.011)		7.32
Contenido de humedad (NTP 400.016)	%	0.86
Peso específico de los sólidos	gr/cc	2.72
Absorción	%	1.05
Peso unitario suelto (NTP 400.017)	kg/m ³	1586
Peso unitario compactado (NTP 400.017)	kg/m ³	1607
Resistencia a la abrasión (NTP 400.019)	%	14.3

Nota: Valores obtenidos de certificados de control de calidad del agregado grueso, Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

Realizados las pruebas de control de calidad al agregado grueso, material que procede de la Cantera Murillo, ubicada en el sector de Pachachaca, se observa que los valores obtenidos se hallan dentro de los parámetros exigidas por el RNE y los manuales de control de calidad. Se finiquita que este agregado es idóneo para su utilización en la preparación de concretos.

4.3 Tereftalato de Polietileno PET

El tereftalato de polietileno, por ser un material de distinta textura, tiene peso específico.

Figura 68. Características mecánicas del tereftalato de polietileno PET.

PROPIEDADES FISICAS DEL PET	
Densidad bruta	520 kg/m ³
Densidad neta	1400 kg/m ³
Módulo de Young	2800 – 3100 Mpa
Resistencia a la Tracción	900 Kg/cm ²
Resistencia a la tensión	0.60 - 0.74 kg/cm ²
Resistencia a la compresión	260 – 480 kg/cm ²
Resistencia al calor	80 -120 °C
Resistencia a flexión	1450 kg/cm ²

Nota: Tomado de (Barrios & Yana, 2019) p. 12.

4.4 Propiedades del concreto fresco

4.4.1 Trabajabilidad

Según el diseño de mezcla para concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, propuesto para esta investigación, se establece un valor de trabajabilidad Slump de 3 – 4". Se considera, además, que se está elaborando un concreto para su utilización en la construcción de edificaciones para la ciudad de Abancay y este es un parámetro que determina la consistencia plástica del concreto.

Se tomará como valor al 100 %, el valor obtenido del Slump del concreto patrón, para esta investigación será 3.7" – 100 %.

El valor de trabajabilidad será calculado de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\% \text{ de trabajabilidad} = \frac{3.7}{3.3} \times 100 = 89.19\%$$

Y para los valores de disminución de la trabajabilidad será la diferencia:

$$\% \text{ de Disminución trabajabilidad} = 100\% - 89.19\% = 10.81\%$$

Para la determinación de los valores se siguió la recomendación según la norma NTP 339.035, ASTM C-143, de la cual se obtuvo los siguientes valores:

Tabla 40. Resumen de resultados obtenidos de trabajabilidad del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

MEZCLA	GRUPO DE MUESTRA	ASENTAMIENTO PROMEDIO	% TRABAJABILIDAD	PORCENTAJE DISMINUCIÓN
M1	Concreto, resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.	3.7"	100.00%	0.00%
M2	Concreta sustitución de PET al 5%	3.3"	89.19%	10.81%
M3	Concreta sustitución de PET al 10%	2.8"	75.67%	24.33%
M4	Concreta sustitución de PET al 15%	2.5"	67.57%	32.43%

Nota: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados, se concluye que a medida que se reemplaza más PET por agregado fino, la trabajabilidad del concreto se reduce.

4.4.2 Temperatura en el concreto fresco

En la toma de temperatura en el concreto fresco, realizado para esta investigación se puede decir que todos los vaciados, tanto del concreto patrón como el concreto con diversos porcentajes de sustitución de PET, fueron elaborados en temperatura ambiente y de acuerdo a las recomendaciones dadas por NTP 339.184 y la ASTM 1064. Se siguió el método normalizado, el cual consistió en tomar la temperatura del concreto mediante el uso de un termómetro de 0.5 °C de precisión. Además, todas las mezclas analizadas se hallan en los parámetros del rango permitido por la regla (10°C – 32°C) y se registró una temperatura ambiente que osciló desde los 18°C hasta 21°C, registrados en los días que se elaboró las diversas mezclas de concreto.

Tabla 41. Resumen resultados temperaturas obtenidas en el concreto fresco $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y sus distintos porcentajes de sustitución.

MEZCLA	GRUPO DE MUESTRA	TEMPERATURA IDEAL	TEMPERATURA DEL CONCRETO	TEMPERATURA AMBIENTE
M1	Concreto, resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	23 °C	24.6°C	20.°C
M2	Concreto con sustitución PET al 5%	23 °C	21.0° C	19°C
M3	Concreto con sustitución PET al 10%	23 °C	22.7°C	19.8°C
M4	Concreto con sustitución PET al 15%	23 °C	23.4°C	21.4°C

Nota: Elaboración propia.

De los resultados se puede ver que la sustitución de PET en el agregado fino, no altera la temperatura del concreto. En ninguna mezcla utilizada en esta investigación, se observa que todas las mezclas se encuentran cercanas a la temperatura ideal recomendada.

4.5 Propiedades en el concreto endurecido

4.5.1 Resistencia a compresión

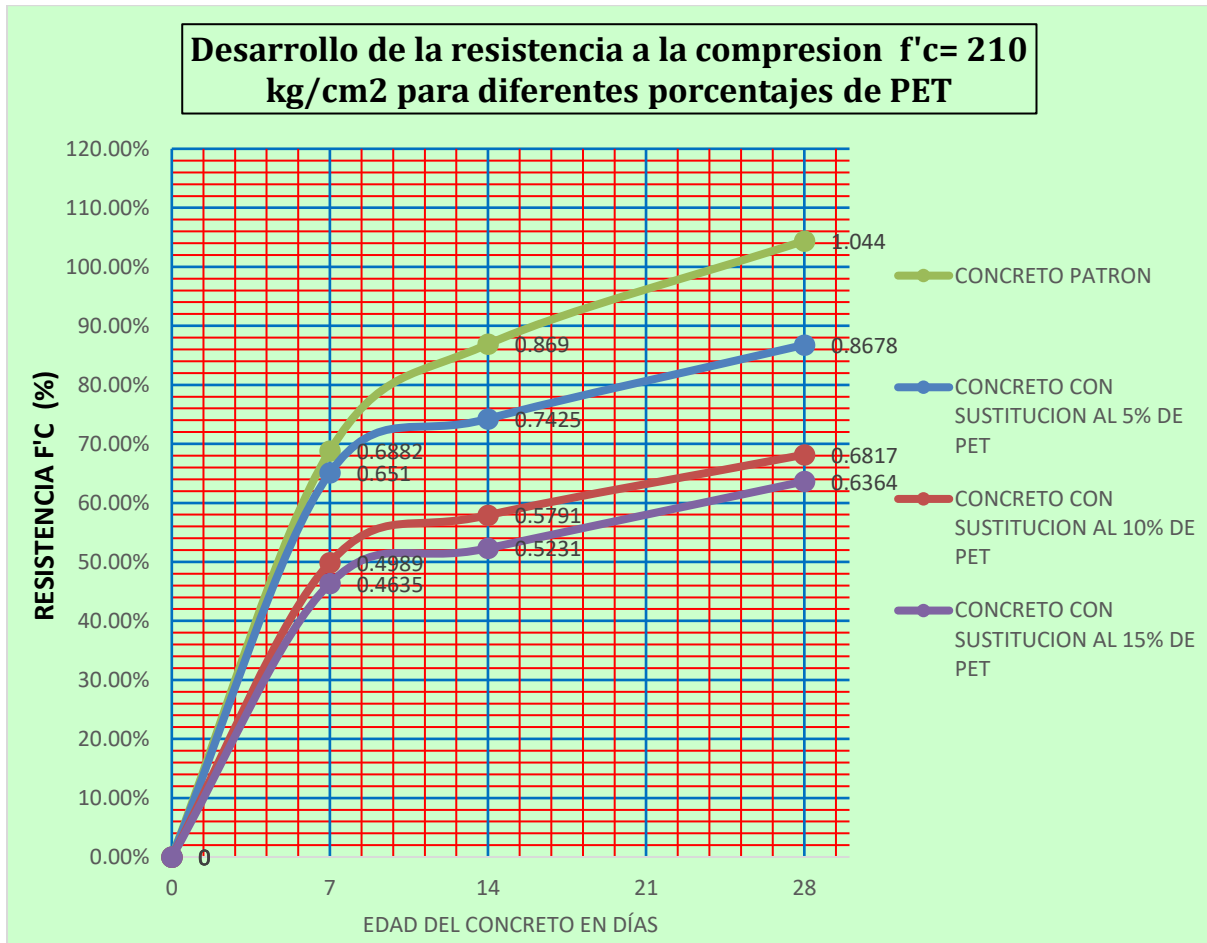
De las pruebas realizadas al concreto endurecido en esta investigación, se analizó en total 36 recipientes de concreto de 15cm de diámetro y treinta centímetros de alto, los cuales fueron analizados desde los siete, catorce y 28 días de edad. Tanto para el concreto patrón y concreto con 5 %, 10 % y 15 % de sustitución de PET por agregado fino, para lo cual se presenta la tabla resumen de resultados promedios alcanzados:

Tabla 42. Promedio de resultados obtenidos concreto $f'c=210$ kg/cm² y sus diferentes porcentajes de sustitución.

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO $f'c=210$ kg/cm ²					
	7 días		14 días		28 días	
	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
Muestras de concreto patrón, resistencia $f'c=210$ kg/cm ² .	144.54	68.82%	182.48	86.90%	219.24	104.40%
Muestras de concreto con sustitución de 5%, pet resistencia $f'c=210$ kg/cm ² .	136.71	65.10%	155.92	74.25%	182.25	86.78%
Muestras de concreto con sustitución de 10%, pet resistencia $f'c=210$ kg/cm ² .	104.78	49.89%	121.62	57.91%	143.16	68.17%
Muestras de concreto con sustitución de 15%, pet resistencia $f'c=210$ kg/cm ² .	97.33	46.35%	109.85	52.31%	133.65	63.64%

Nota: Valores obtenidos concreto endurecido, Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

Figura 69. Progreso de la resistencia del concreto patrona si como para los diferentes porcentajes de sustitución de PET.



Nota: Elaboración propia.

Realizado los ensayos y visto los resultados, se observa que mientras más alto es la proporción de remplazo de PET por agregado fino, el valor de resistencia a compresión disminuye y eso se observa en el progreso de la resistencia a compresión a lo largo de los días, las cuales no llegan al 100 % de la resistencia requerida.

4.5.2 Peso del concreto endurecido

De los pesos registrados durante la realización de esta investigación se nota lo siguiente

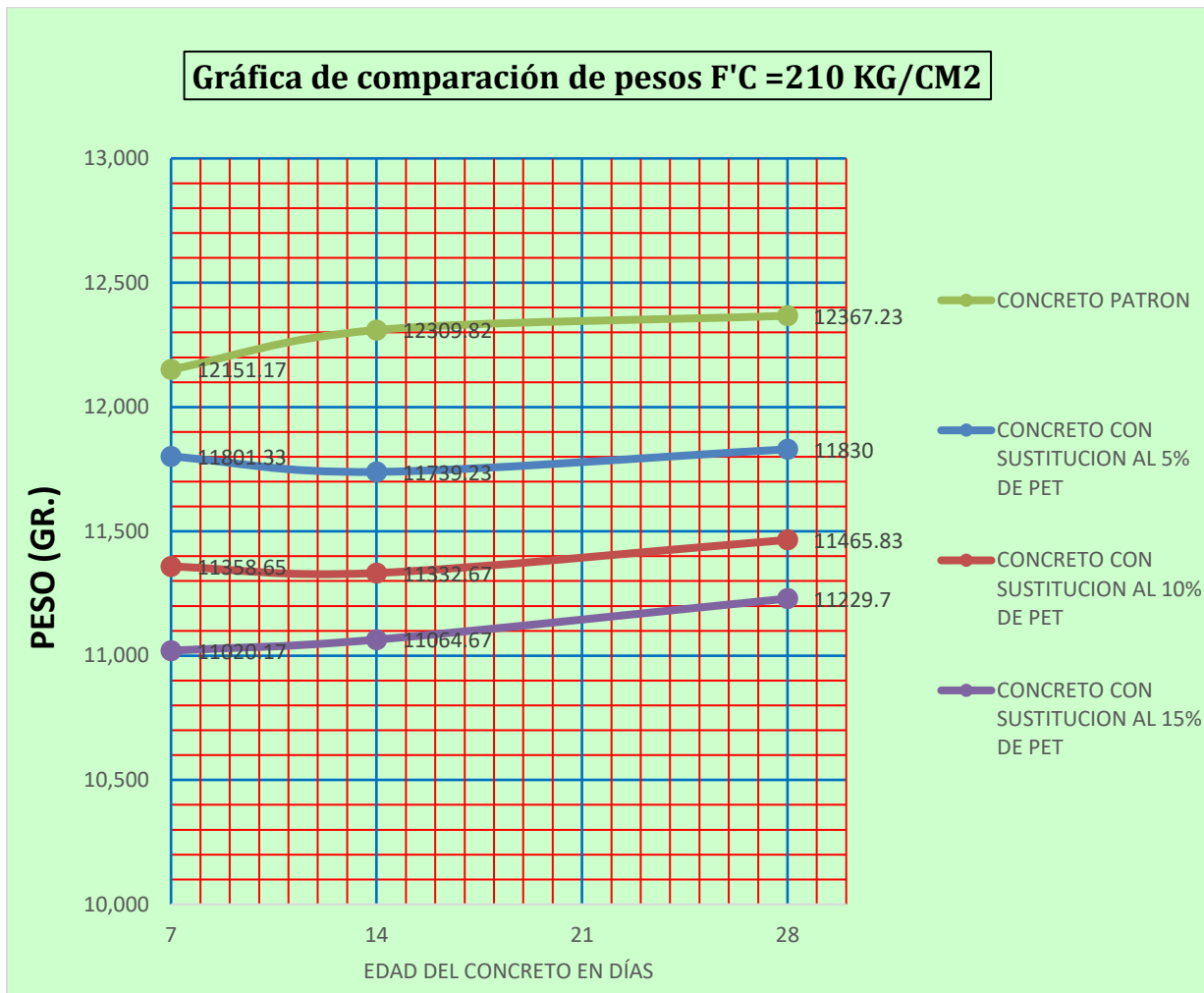
Tabla 43. Cuadro resumen de pesos obtenidos del concreto.

PESO PROMEDIO DEL CONCRETO ENDURECIDO			
DESCRIPCIÓN	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
	PESO gr.	PESO gr.	PESO gr.
Muestras de concreto patrón, $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	12151.17	12309.82	12367.23
Muestras de concreto con sustitución de 5%, pet resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	11801.33	11739.23	11830.00
Muestras de concreto con sustitución de 10%, pet resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	11358.65	11332.67	11465.83
Muestras de concreto con sustitución de 15%, pet resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	11020.17	11064.67	11229.70

Nota: Valores obtenidos de certificados de control de calidad del concreto endurecido, Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

El cuadro anterior evidencia que los resultados cambian: en cuanto mayor sea la cantidad de adición de PET por agregado fino, el peso va en disminución.

Figura 70. Grafica de pesos obtenidos para los distintos porcentajes de PET.



Nota: Elaboración propia

4.6 Análisis de costos

En la realización del análisis de costo para los tres tipos de mezclas realizadas en esta investigación y así como el concreto patrón, todos de resistencia $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, se utilizó como unidad de medida para todos los materiales empleados en la elaboración de concreto la unidad de medida de 1 m³.

4.6.1 Costo plástico reciclado PET

Costo directo: el costo del plástico reciclado PET ya cortado, es de S/. 20.00 por 1 M3, mientras que para el traslado de materiales y demás en la ciudad de Abancay, se cuenta con mini volquetes de 15 m3.

El transporte de 6m3, desde la planta de Jor Plast, es de 5 km.

Camión volquete 6m3 alquiler, máquina seca, por día:	S/. 960.00
Por hora:	S/. 120.00
Combustible 30gln por día, gasohol 84:	S/. 360.00
Por hora:	S/. 45.00
Operador de volquete por día:	S/. 120.00
Por hora:	S/. 15.00
Costo total transporte, por hora	S/. 240.00
Considerando, además:	
Carguio	15min
Traslado, velocidad promedio 30km/hora.	14min
Descarga	2min
Retorno tiempo promedio total	14min
tiempo total	45min

Por lo tanto, para trasladar 15m³ de plástico reciclado PET, el costo del transporte es S/ 180.00, más el precio del PET, S/.20.00 m³. El precio total es de 200 x 6m³. Así el costo total es de **S/. 33.33 SOLES por M3.**

4.6.2 Costo cemento Portland IP

Para la ejecución de esta investigación se utilizó el cemento portland IP, el cual tiene un precio de S/. 22.50, la bolsa.

4.6.3 Costo agregado fino

El costo de agregado fino por metro cúbico es de S/. 90.00, puesto en obra.

4.6.4 Costo agregado grueso

El costo de agregado grueso por metro cubico es de S/. 70.00, puesto en obra.

4.6.5 Costo agua

El costo del agua en obra es de S/. 2.20, por metro cúbico.

Una vez calculados los precios, se presenta los precios resumidos para cada tipo de concreto propuesto para esta investigación:

Tabla 44. Resumen de costo de materiales para concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

01.01.01 CONCRETO F'C=210 KG/CM2						
m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			318.16
Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	9.05	9.05	
OFICIAL	hh	3.7500	2.0000	8.80	17.60	
PEON	hh	11.2500	6.0000	8.06	48.36	
					75.01	
Materiales						
ARENA FINA	m3		0.2900	90.00	26.10	
ARENA GRUESA	m3		0.3800	70.00	26.60	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1930	2.20	0.42	
CEMENTO PORTLAND IP	bol		8.1090	22.50	182.45	
					235.57	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	75.01	2.25	
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.5333	10.00	5.33	
					7.58	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 45. Resumen de costo de materiales para concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con 5 % de sustitución de PET.

01.02.01 CONCRETO F'C=210 KG/CM1 CON SUSTITUCION DE PET AL 5%						
m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			314.51
Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	9.05	9.05	
OFICIAL	hh	3.7500	2.0000	8.80	17.60	
PEON	hh	11.2500	6.0000	8.06	48.36	
					75.01	
Materiales						
ARENA FINA	m3		0.2400	90.00	21.60	
ARENA GRUESA	m3		0.3800	70.00	26.60	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1220	2.20	0.27	
CEMENTO PORTLAND IP	bol		8.1090	22.50	182.45	
PLASTICO RECICLADO PET	m3		0.0500	20.00	1.00	
					231.92	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	75.01	2.25	
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.5333	10.00	5.33	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 46. Resumen de costo para el concreto f'c=210kg/cm2, con 10 % de sustitución de PET.

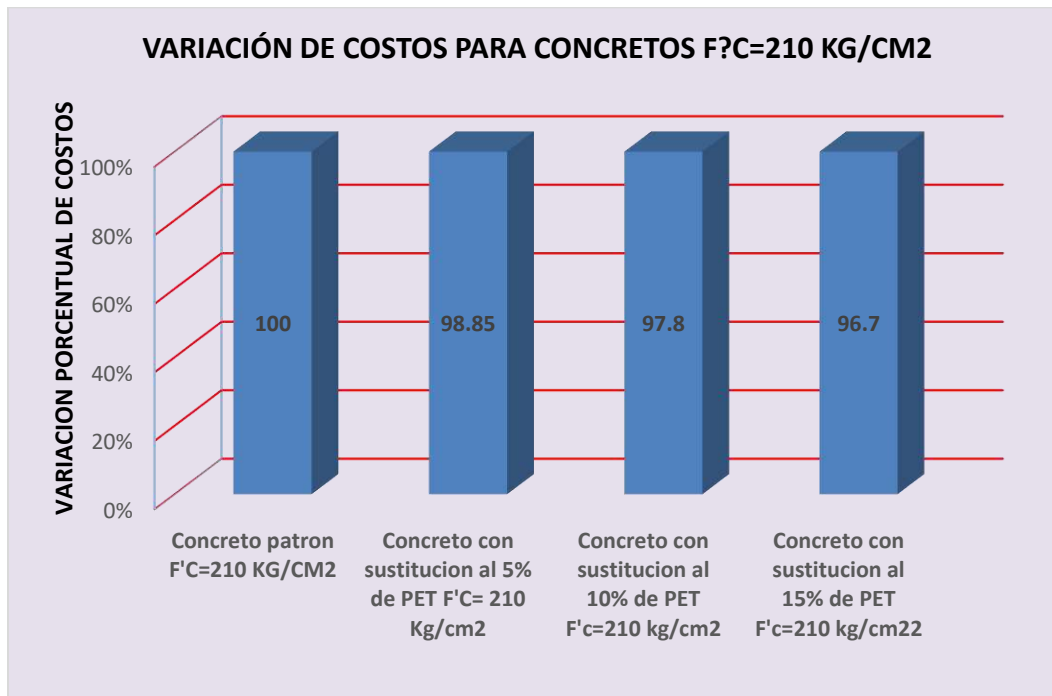
01.02.02 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE PET AL 10%						
m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			311.16
Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	9.05	9.05	
OFICIAL	hh	3.7500	2.0000	8.80	17.60	
PEON	hh	11.2500	6.0000	8.06	48.36	
					75.01	
Materiales						
ARENA FINA	m3		0.1900	90.00	17.10	
ARENA GRUESA	m3		0.3800	70.00	26.60	
AGUA	l		0.1930	2.20	0.42	
CEMENTO PORTLAND IP	bol		8.1090	22.50	182.45	
PLASTICO RECICLADO PET	m3		0.1000	20.00	2.00	
					228.57	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	75.01	2.25	
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.5333	10.00	5.33	
					7.58	

Nota: Elaboración propia

Tabla 47. Resumen de costo para el concreto f'c=210kg/cm2, con 15 % de sustitución de PET.

01.02.03 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE PET AL 15%						
m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo afectado por el metrado (1.00)			307.66
Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	9.05	9.05	
OFICIAL	hh	3.7500	2.0000	8.80	17.60	
PEON	hh	11.2500	6.0000	8.06	48.36	
					75.01	
Materiales						
ARENA FINA	m3		0.1400	90.00	12.60	
ARENA GRUESA	m3		0.3800	70.00	26.60	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1930	2.20	0.42	
CEMENTO PORTLAND IP	bol		8.1090	22.50	182.45	
PLASTICO RECICLADO PET	m3		0.1500	20.00	3.00	
					225.07	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	75.01	2.25	
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.5333	10.00	5.33	
					7.58	

Figura 71. Variación del costo de materiales, para concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.



Nota: Elaboración propia.

De la Figura anterior, se puede apreciar los valores porcentuales alcanzados, tanto para el concreto patrón, como para sus diferentes porcentajes de sustitución de PET, del cual resulta el valor de S/. 318.16 el 100 % para nuestro concreto patrón. Se observa, además, cuando más mayor sea la proporción de PET por agregado fino, el precio o costo del concreto por m^3 , disminuye. Es así, que el menor valor de costo para el concreto con sustitución al 15 % es de S/. 307.66, lo cual representa un valor de 96.70 %, respecto al precio del concreto patrón.

4.7 Prueba de hipótesis

4.7.1 Hipótesis específica 1

De acuerdo a la naturaleza de la hipótesis planteada (descriptiva) no es factible la realización de la contrastación estadística; no obstante, se tiene las siguientes:

- Planteada la siguiente hipótesis alterna (H_1): El plástico reciclado (tereftalato de polietileno PET), que tenga tamaños entre 2 a 5 mm, uniformidad, coloración, textura, libres de aceites y algunos otros contaminantes, será las características adecuadas para realizar la combinación de mezclas de concreto con agregados de plástico reciclado, (tereftalato de polietileno PET).
- Planteada la siguiente hipótesis nula (H_0): El plástico reciclado (tereftalato de polietileno PET), que tenga tamaños entre 2 a 5 mm, uniformidad, coloración, textura, libres de aceites y algunos otros contaminantes, no será las características adecuadas para realizar la combinación de mezclas de concreto con agregados de plástico reciclado, (tereftalato de polietileno PET).

Que según el desarrollo de la investigación, se logra aceptar la hipótesis alterna de la investigación respecto a que: el plástico reciclado (tereftalato de polietileno PET), que tenga tamaños entre 2 a 5 mm, uniformidad, coloración, textura, libres de aceites y algunos otros contaminantes, será las características adecuadas para realizar la combinación de mezclas de concreto con agregados de plástico reciclado, (tereftalato de polietileno PET).

4.7.2 Hipótesis específica 2

Para la contrastación de esta hipótesis previamente se realizó la prueba de normalidad de los datos tal como se detalla en la Tabla 48, esto en base a prueba de Shapiro-Wilk, donde se planteó las siguientes hipótesis de normalidad:

Si $\rho < 0.05 \rightarrow H_1$: Los datos presentan una distribución no normal.

Si $\rho > 0.05 \rightarrow H_0$: Los datos presentan una distribución normal.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de la investigación, en cuanto a que los datos

evaluados presentan una distribución normal, en consecuencia para contrastarla estadística es necesario un estadístico paramétrico como el ANOVA de un factor.

Tabla 48. Prueba de normalidad de los datos de resistencia a compresión.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión a los 7 días	Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ (común)	0.92	3.00	0.46
	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 5 \%$ de PET	0.83	3.00	0.19
	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 10 \%$ de PET	0.96	3.00	0.63
	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 15 \%$ de PET	0.75	3.00	0.05
Resistencia a compresión a los 14 días	Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ (común)	1.00	3.00	0.92
	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 5 \%$ de PET	1.00	3.00	0.87
	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 10 \%$ de PET	1.00	3.00	0.93
	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 15 \%$ de PET	0.99	3.00	0.81
Resistencia a compresión a los 28 días	Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ (común)	0.89	3.00	0.36
	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 5 \%$ de PET	0.98	3.00	0.72
	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 10 \%$ de PET	1.00	3.00	0.94
	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 15 \%$ de PET	0.80	3.00	0.10

Por lo tanto, se tiene la prueba estadística de ANOVA de un factor, cuyo resultado se muestra en la Tabla 49, donde se evidencia según el nivel de significancia que fue menor a 0.05 (confiabilidad de 95 %) que el PET varía significativamente a la resistencia a compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días; no obstante, no es posible saber en qué grupo se da tales cambios, ante ello se realizó la prueba pos hoc de Tukey.

- Planteada la siguiente hipótesis alterna (H_i): Realizado los ensayos de compresión en el concreto con adición de tereftalato de polietileno (PET), este presentará una resistencia mayor a compresión frente al concreto sin la adición de material reciclado.
- Planteada la siguiente hipótesis nula (H_0): Realizado los ensayos de compresión en el concreto con adición de tereftalato de polietileno (PET), este no presentará una resistencia mayor a compresión frente al concreto sin la adición de material reciclado.

Tabla 49. ANOVA de un factor para la resistencia a compresión.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a compresión a los 7 días	Entre grupos	4868.63	3.00	1622.88	10.21	0.00
	Dentro de grupos	1271.04	8.00	158.88		
	Total	6139.67	11.00			
Resistencia a compresión a los 14 días	Entre grupos	9842.83	3.00	3280.94	96.83	0.00
	Dentro de grupos	271.07	8.00	33.88		
	Total	10113.90	11.00			
Resistencia a compresión a los 28 días	Entre grupos	13846.84	3.00	4615.61	32.03	0.00
	Dentro de grupos	1152.90	8.00	144.11		
	Total	14999.73	11.00			

La siguiente tabla se muestra la prueba pos hoc de Tukey, donde se evidencia que la resistencia a compresión del concreto con 5 %, 10 % y 15 % de PET se redujo en comparación del concreto común o patrón, pues la diferencia de medias fue positiva, asimismo, se tiene que a los 7 días solo el concreto con 5 % de PET a pesar que la resistencia a compresión fue menor que el concreto común, tal variación no fue significativa; mientras que las reducciones dadas a los 14 y 28 días, en todos los casos fue significativa.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de la investigación, en cuanto a que realizado los ensayos de compresión en el concreto con adición de tereftalato de polietileno (PET), este no presentará una resistencia mayor a compresión frente al concreto sin la adición de material reciclado.

Tabla 50. Prueba pos hoc de comparación de grupos.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Resistencia a compresión a los 7 días	Concreto de f'c= 210 kg/cm ² (común)	Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 5 % de PET	7.80	10.29	0.87	-25.16	40.76
		Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 10 % de PET	39.73*	10.29	0.02	6.78	72.69
		Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 15 % de PET	47.18*	10.29	0.01	14.22	80.14
Resistencia a compresión a los 14 días	Concreto de f'c= 210 kg/cm ² (común)	Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 5 % de PET	26.57*	4.75	0.00	11.35	41.79
		Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 10 % de PET	60.87*	4.75	0.00	45.65	76.09
		Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 15 % de PET	72.63*	4.75	0.00	57.41	87.85
Resistencia a compresión a los 28 días	Concreto de f'c= 210 kg/cm ² (común)	Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 5 % de PET	37.00*	9.80	0.02	5.61	68.39
		Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 10 % de PET	76.08*	9.80	0.00	44.69	107.47
		Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 15 % de PET	85.59*	9.80	0.00	54.20	116.98

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

4.7.3 Hipótesis específica 3

Planteada la siguiente hipótesis alterna (Hi): La dosificación del tereftalato de polietileno, en proporciones de 5, 10, 15 %, optimizará el empleo de agregados y disminuirá el costo de producción de concreto.

Planteada la siguiente hipótesis nula (H0): La dosificación del tereftalato de polietileno, en proporciones de 5, 10, 15 %, no optimizará el empleo de agregados y no disminuirá el costo de producción de concreto.

Para la contrastación de esta hipótesis se optó por emplear el estadístico no paramétrico de Kruskal – Wallis, debido a que se tiene una sola medición por cada grupo la cual no tiende a variar de considerarse más variaciones, por consiguiente se representan como datos de distribución no normal. En la Tabla 51 se muestra que el nivel de significancia es menor a 0.05 por consiguiente se deduce que el empleo del PET varía el costo de producción del concreto.

Tabla 51. Kruskal – Wallis para el costo de producción de concreto.

Características	Valor
N total	12
Estadístico de contraste	11
Grados de libertad	3
Significancia asintótica (prueba bilateral)	0.012

A fin de establecer en qué grupo se dio la variación de costo de producción se optó por realizar la comparación de grupos, cuyos resultados se detallan en la Tabla 52, del mismo que, según la significancia obtenida (menor a 0.05), se logra determinar que la variación significativa debido a reducción del costo solo se da con el empleo de 15 % de PET.

Por lo tanto, se acepta parcialmente la hipótesis alterna de la investigación concerniente a que: la dosificación del tereftalato de polietileno, en proporciones de 5, 10, 15 %, optimizará el empleo de agregados y disminuirá el costo de producción de concreto; pues tal reducción solo se da con 15 % de PET.

Tabla 52. Comparación de grupos respecto al costo de producción de concreto.

Muestras		Estadística de prueba	Error estándar	Desviación del estadístico de prueba	Significancia	Significancia ajustada
Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 15 % de PET	Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 10 % de PET	3	2.86	1.049	0.294	1.00
Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 15 % de PET	Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 5 % de PET	6	2.86	2.098	0.036	0.22
Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 15 % de PET	Concreto de f'c= 210 kg/cm ² (común)	9	2.86	3.146	0.002	0.01
Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 10 % de PET	Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 5 % de PET	3	2.86	1.049	0.294	1.00
Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 10 % de PET	Concreto de f'c= 210 kg/cm ² (común)	6	2.86	2.098	0.036	0.22
Concreto f'c= 210 kg/cm ² + 5 % de PET	Concreto de f'c= 210 kg/cm ² (común)	3	2.86	1.049	0.294	1.00

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

En esta investigación se consideró emplear al PET reciclado como parte del agregado fino para la elaboración del concreto, es así que, sus dimensiones se encontraron entre 2 a 5 mm (entre los tamices N° 8 y N° 4), esta apreciación es importante, puesto que de ello depende de las variaciones en las propiedades del concreto. Es así que, Márquez (2019) en su investigación “Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa” señala haber empleado el tereftalato de polietileno molido, además de realizar un lavado previo pues no se encontraba en las mejores condiciones. Del mismo modo, Léctor y Villarreal (2017) en la investigación “Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote”, mencionan la importancia de parametrizar el tamaño del PET, además que este se encuentre en óptimas condiciones, para ello emplearon aquel PET triturado de un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ". Ante ello, se tiene a Reyes (2018) que realizó la investigación “Diseño de un concreto con fibras de polietileno tereftalato (pet) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta – Ate – Lima Este (2018)”, donde delimitó su investigación al emplear fibras de PET de 0.25 cm de espesor con 2.5 cm de longitud. A diferencia de Caballero y Florez (2016) en su investigación “Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietileno-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción” quienes sí sustituyeron el agregado fino por PET para lo cual el material cumplió con lo establecido para actuar como agregado fino, es decir los retenidos en el tamiz N° 4 hasta el tamiz N° 100.

En cuanto a la resistencia a compresión, de acuerdo a los resultados obtenidos tendió a reducirse significativamente a medida que se incrementaba el contenido de PET, ello en comparación del concreto patrón que fue diseñado para un $f'c$: 210 kg/cm², esto concuerda con

la investigación de Márquez (2019) quién empleó 0.5, 1 y 1.5 % de PET, donde las reducciones de la resistencia a compresión se dieron alcanzado los 28 días, del mismo modo, concuerda con la investigación de Léctor y Villarreal (2017) quienes emplearon PET en 5, 10 y 15 % donde tanto para una resistencia de diseño de 175 kg/cm² y 210 kg/cm², el PET reduce la resistencia a compresión en comparación del concreto convencional; consecuentemente, la investigación de Reyes (2018) manifiesta que la inclusión de PET en proporciones de 0.5, 1 y 1.5 % reduce la resistencia a compresión, no obstante esto es contrarrestado con el empleo de aditivos para asegurar la adherencia del concreto, además de reducir la exudación y segregación. De igual manera, se encontró que la investigación de Caballero y Florez (2016) que emplearon PET en proporciones de 12.5, 25 y 37.5 % para la elaboración de bloques de concreto, la resistencia a compresión del mismo tiende a reducirse con la adición de PET.

Respecto al costo de la elaboración de concreto con el empleo de PET, se encontró que este se reduce tanto al emplear 5, 10 y 15 %, más es significativo estadísticamente con el reemplazo de 15 % de agregado fino, pues se logra reducir el costo en 3.30 % en comparación del costo del concreto patrón. En cuanto, a los antecedentes se encontró que, Márquez (2019), Léctor y Villarreal (2017), Reyes (2018) no realizaron un análisis económico del empleo de PET en la elaboración de concreto; sin embargo, Caballero y Florez (2016) sí realizaron tal análisis donde se concuerda que el empleo de PET como agregado fino reduce el costo de la elaboración de concreto.

CONCLUSIONES

De la realización de esta investigación, se puede concluir que se ha logrado determinar que el tereftalato de polietileno PET sustituye en 5 %, 10 %, 15 % al agregado fino, en la preparación de un concreto de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, lo cual no resulta ser favorable para el incremento o igualdad del valor de resistencia a la compresión de un concreto convencional de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Por ende, los resultados obtenidos no son favorables, por lo cual no se puede utilizar estos concretos en vaciados de elementos estructurales (vigas, columnas, losas, placas, etc.), elementos propios de una edificación destinada a vivienda en la ciudad de Abancay.

Tabla 53. Promedio de resultados a compresión obtenidos concreto y sus diferentes porcentajes de sustitución.

RESISTENCIA PROMEDIO $f'c=210\text{kg/cm}^2$						
DESCRIPCIÓN	7 días		14 días		28 días	
	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
Muestras de concreto patrón, resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	144.54	68.82%	182.48	86.90%	219.24	104.40%
Muestras de concreto con sustitución de 5%, pet resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	136.71	65.10%	155.92	74.25%	182.25	86.78%
Muestras de concreto con sustitución de 10%, pet resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	104.78	49.89%	121.62	57.91%	143.16	68.17%
Muestras de concreto con sustitución de 15%, pet resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	97.33	46.35%	109.85	52.31%	133.65	63.64%

Nota: Valores obtenidos de certificados de control de calidad del concreto endurecido, Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

En el avance de esta investigación no se encontró ninguna dificultad para establecer la

incidencia del PET en el concreto y determinar así sus valores.

Se determinó que el uso de tereftalato de polietileno es favorable en el aligeramiento o peso del concreto, aunque este disminuye su resistencia a la compresión, lo cual determina que mientras más alto es la sustitución de tereftalato por agregado selecto, más se aligera en peso el concreto.

Tabla 54. Cuadro resumen de pesos obtenidos

PESO PROMEDIO CONCRETO ENDURECIDO			
DESCRIPCIÓN	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
	PESO gr.	PESO gr.	PESO gr.
Muestras de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	12151.17	12309.82	12367.23
Muestras de concreto con sustitución de 5%, pet resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	11801.33	11739.23	11830.00
Muestras de concreto con sustitución de 10%, pet resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	11358.65	11332.67	11465.83
Muestras de concreto con sustitución de 5%, pet resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	11020.17	11064.67	11229.70

Nota: Valores obtenidos de certificados de control de calidad del concreto endurecido, Laboratorio HK Constructores, 2021 (ver anexo).

Se determinó que mientras más grande sea el tamaño de tereftalato de polietileno, más incidencia tendrá en la disminución de la resistencia a la compresión del concreto.

Se determinó que el valor del módulo de elasticidad del concreto disminuye mientras mayor sea la cantidad de sustitución del tereftalato de polietileno (PET), lo cual hace que el concreto con mayor porcentaje de plástico reciclado PET sea menos flexible.

Tabla 55. Registro de resultados del módulo de elasticidad a los siete, catorce y veintiocho días.

MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO PROMEDIO F'c=210 KG/CM2.						
DESCRIPCION	7 dias		14 dias		28 dias	
	Kg/cm2	Ec	Kg/cm2	Ec	Kg/cm2	Ec
CONCRETO, PATRON DE RESISTENCIA F'c=210KG/CM2.	144.52	180410.64	182.48	202769.95	219.24	222226.75
CONCRETO ADICION PET AL 5%, RESISTENCIA F'c=210KG/CM2.	136.71	175505.8	155.92	187404.87	182.25	202599.97
CONCRETO ADICION PET AL 10%, RESISTENCIA F'c=210KG/CM2.	104.78	153589.76	121.62	165537.87	143.16	179581.2
CONCRETO ADICION PET AL 15%, RESISTENCIA F'c=210KG/CM2.	97.33	148030.51	109.85	157284.19	133.65	173531.63

Nota: Elaboración propia.

Se determinó que mientras más sustitución de tereftalato de polietileno PET tenga la mezcla, esta se hace menos trabajable, por lo cual, la combinación de agua-cemento debe ser reajustada para cada proporción de renovación de tereftalato de polietileno PET por agregado fino (5 %, 10 %, 15 %).

Tabla 56. Resumen de resultados de trabajabilidad en el concreto obtenidos.

MEZCLA	GRUPO DE MUESTRA	ASENTAMIENTO PROMEDIO	PORCENTAJE DE TRABAJABILIDAD	PORCENTAJE DE DISMINUCIÓN
M1	Concreto, resistencia f'c=210kg/cm2.	3.7"	100.00%	0.00%
M2	Concreta adición (PET) al 5%	3.3"	89.19%	10.81%
M3	Concreta adición (PET) al 10%	2.8"	75.67%	24.33%
M4	Concreta adición (PET) al 15%	2.5"	67.57%	32.43%

Nota: Elaboración propia

Se determinó que la adición del tereftalato de polietileno PET, no influye o incide en la temperatura normal del concreto fresco.

Tabla 57. Cuadro resumen de temperaturas obtenidas en concreto

MEZCLA	GRUPO DE MUESTRA	TEMPERATURA IDEAL	TEMPERATURA DEL CONCRETO	TEMPERATURA AMBIENTE
M1	Concreto, resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	23 °C	24.6°C	20.°C
M2	Concreta adición (PET) al 5%	23 °C	21.0° C	19°C
M3	Concreto adición (PET), al 10%	23 °C	22.7°C	19.8°C
M4	Concreta adición (PET), al 15%	23 °C	23.4°C	21.4°C

Nota: Elaboración propia.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la utilización de tereftalatos de polietileno PET en la elaboración de concretos que soliciten bajas resistencias de diseño (solados), debido a que ayudan a la disminución del uso de agregado fino, el cual es un recurso no renovable y por consiguiente la mitigación en la contaminación de la ecología de la ciudad de Abancay.

Se confía el uso de tereftalato de polietileno en la elaboración de composiciones de concreto para su uso en la fabricación de elementos no estructurales (bloquetas, pre fabricados), debido a que estos disminuyen el peso del concreto, lo cual beneficiaría a disminuir la carga muerta en una edificación.

Se recomienda investigar combinaciones de concreto con tereftalato de polietileno en porcentajes de sustitución menores al 3 % de tereftalato de polietileno.

Se recomienda desarrollar más pruebas de control, como la resistencia a la flexión y tracción del concreto con relevo de 5 %, 10 % 15 % de tereftalato de polietileno (PET), por agregado fino, para determinar mayores ventajas o desventajas frente a solicitudes de flexión y tracción del concreto.

Se recomienda realizar pruebas y ensayos para determinar el comportamiento del plástico en el concreto sometido a altas temperaturas.

Se recomienda desarrollar más investigaciones que impliquen el uso del plástico reciclado usando los demás tipos de plástico existentes, tales como el poliestireno o el polivinilo, hdpe, hdp, con el fin de buscarles utilidad y reutilización a estos materiales y determinar si existe o no aportes de los mismos en el proceso mecánicos de resistencia a la compresión y flexión en el concreto.

Se recomienda tener el adecuado manejo del tereftalato de polietileno cuidando que estos se encuentren libres de impurezas y grasas, para lo cual se debe lavar con soda cáustica.

Se recomienda utilizar otras formas y medidas de derivados del tereftalato de polietileno en su aplicación para morteros y tarrajeos.

Se recomienda la el aumento de plantas dedicadas al reciclaje y procesamiento de plásticos, debido a que en la actualidad solo las empresas privadas se dedican a este tipo de actividades. Esto con la finalidad de dar un valor a los plásticos reciclados y su posible reutilización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009).** "Tecnología del concreto". Lima-Perú: Edit. San Marcos.
- Alvarez Carrascal, J. (2016).** Elaboracion de bloques de cemento reutilizando el plastico polietileno tereftalato (pet) como alternativa sostenible para la construccion. Tesis de Grado . Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena.
- Anasi Chango, N. E. (2013).** Modulo estatico de elasticidad del hormigon en base a su resistencia a la compresion $f'c=28$ Mpa. fabricado con materiales de la mina Villacres, ubicada en el sector de la peninsula Canton Ambato en la provincia de Tungurahua y cemento Holcim. Tesis de Grado. Quito, Ecuador: Universidad de Quito.
- ANEP. (7 de Marzo de 2021).** Bulos sobre el pet y los plasticos. Obtenido de <https://www.anep-pet.com/informes/bulos-sobre-el-pet-y-los-plasticos-razone>.
- ASTM C188-95. (2003).** American society for Testing and Materials. *Metodo de prueba estandart para la densidad del cemento hidráulico*. Estados Unidos de Norte America: Copyright ASTM Internacional. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/455708896/ASTM-C-188>
- Barrios, M., & Yana, L. A. (2019).** Diseño y elaboracion de mezclas de concreto con plastico pet reciclado para estructuras hidráulicas en Puno. Puno, Puno, Peru: Universidad Nacional de Altiplano Puno.
- Calla Salcedo, R. (2013).** Resistencia del concreto utilizando aditivos superplastificante y microsíllice con agregados de la cantera Cutimbo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Castillo, Abanto. (1997).** "Tecnologia del Concreto". Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Construmatica. (septiembre de 2009).** Cono de Abrams. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Cono_de_Abrams.jpg#filehistory

- E. Harmsen, T. (2002).** Diseño de Estructura de Concreto Armado. Lima, Lima, Peru: Fondo Editorial - Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Elias, X., & Jurado, L. (2012).** Reciclaje de residuos industriales. Madrid, España: Diaz de Santos.
- Gómez jurado Sarria, J. (1997).** "Tecnología y propiedades". Colombia: Asociacion Colombiana de productores de concreto - asocreto.
- Google maps. (julio de 2021).** Ubicacion de Cantera - Abancay . Obtenido de <https://www.googlemaps.com>.
- Hernández Sampieri, R. (2006).** Metodología de la investigación. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- Huarachi Cano, F., & Apaza Medina, E. (2004).** "Importancia del curado y alternativas de solucion para evitar el congelamiento del concreto en epocas de helada para la zona altiplanica". Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Lector, M. A., & Villareal, E. J. (2019).** Utilizacion de materiales plasticos de reciclaje como adición en la elaboracion de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote. Tesis de grado - Universidad Nacional del Santa. Perú.
- Manual de Ensayos de Materiales - MTC. (Mayo de 2016).** Manual de ensayos de materiales. Lima, Peru: Portal MTC. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Márquez Herrera, P. E. (2019).** "Estudio del comportamiento del concreto con adición de plastico reciclado en la ciudad de Arequipa". Tesis de grado - Universidad Nacional de San Agustín. Perú.
- Neville A. M., & Brooks J. J. (1998).** *Tecnología del concreto*. United States: Edit. Trillas.

NTP 339.088 (2006). Norma Técnica Peruana. *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. requisitos.* Lima-Peru: Indecopi.

<https://es.scribd.com/document/433297438/NTP-339-088-2006-pdf>

NTP 400.011 (2008). Norma Técnica Peruana. *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).* Lima-Perú: INDECOPI.

<https://es.scribd.com/document/438211081/NTP-400-011>

NTP 400.012 (2001). Norma Técnica Peruana. *Agregadois. Analisis granulometrico del agregado fino, grueso y global.* Lima-Perú: INDECOPI.

<https://es.slideshare.net/williamhuachacatorres/norma-tecnica-peruana-agregadoa-400012>

NTP 400.017 (1999). Norma Técnica Peruana. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.* Lima-Perú: INDECOPI.

<https://1library.co/title/ntp-agregados-metodo-ensayo-determinar-peso-unitario-agregado>

NTP 400.037 (2014). Norma Técnica Peruana. *Agregados Especificaciones normalizadas para agregados en concreto 3ra Edición.* Lima-Perú: INDECOPI.

<https://es.slideshare.net/hersacs/ntp-400-037-2014especificacionesagregados>

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de tecnología del concreto en el Perú.* Segunda Edición. Lima-Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.

Quintero, C. F., & Mahecha, J. D. (2016). *Propiedades mecánicas de un concreto reforzado con fibras de pet reciclado.* Tesis de grado. Bogotá-Colombia: Universidad Militar de Granada.

Reyes, I. M. (2018). *Diseño de un concreto con fibras de polietileno (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano amauta - Ate - Lima.* Tesis de grado. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2021). *E-060, Concreto Armado*. Lima: ICG.

Riva López, E. (2010). *Diseño de mezclas*. Lima-Perú.: I.C.G.

Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima-Perú: ACI-Perú.

Rivva López, E. (1992). *Diseño de mezclas*. Lima-Perú: Hozlo S.C. R.L.

ROSA ENVASES, S. (14 de julio de 2020).

<https://rosaenvases.com/blog/codigos-identificacion-plasticos>

Serrano Guzmán, M. F., & Pérez Ruiz, D. D. (2010). *Analisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto*. Bucaramanga-Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.

Torre Carrillo, A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

Tufino Santiago, D. R. (2009). *Variación de resistencias vs. edades y relación a/c con cemento Portland tipo I (Sol)*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma.

ANEXOS

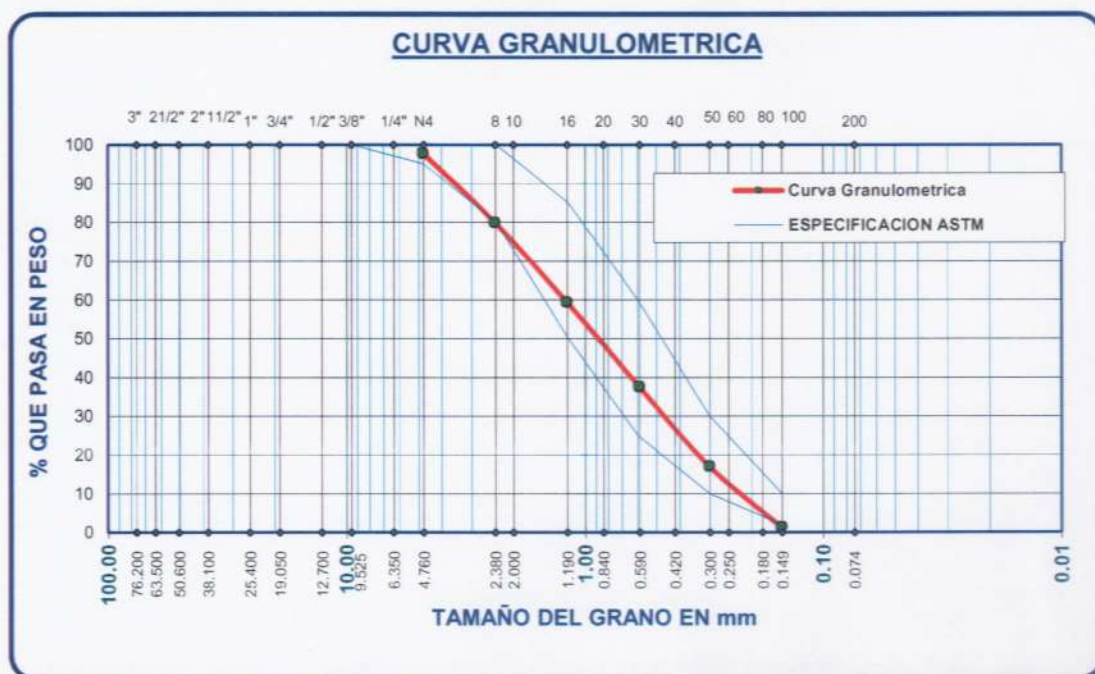
**ENSAYOS DE
LABORATORIO
AGREGADO FINO Y
GRUESO**

AGREGADO FINO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487)**

SOLICITANTE: BACH. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA
PROYECTO : "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY"
UBICACIÓN : DPTO. APURÍMAC. PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY
MUESTRA : AGREGADOS FINO CANTERA MURILLO - PACHACHACA
DISEÑO : F'C=210 Kg/cm2
FECHA : JULIO DEL 2021 **TECNICO LAB.:** JCCM

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.L. 2039.00 P.S.
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525					100	
1/4"	6.350						
No4	4.760	47.62	2.39	2.39	97.61	95 100	
No8	2.380	355.25	17.82	20.21	79.79	80 100	
No10	2.000						
No16	1.190	407.72	20.46	40.67	59.33	50 85	
No20	0.840						
No30	0.590	435.20	21.84	62.51	37.49	25 60	
No40	0.420						
No50	0.300	410.15	20.58	83.09	16.91	10 30	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	312.22	15.67	98.75	1.25	0 10	
No200	0.074	24.90	1.25	100.00	0.00	0 5	
BASE		29.94	1.50	101.50	-1.50		El modulo de fineza debe de estar dentro de los limites de 2.35 - 3.15, no debiendo excederse el limite en mas o menos 0.2 Max 3.35
TOTAL		1993.06	100.00				
% PERDIDA							



Ing. Kelly Huamani Camarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 100003

**CONTENIDO DE HUMEDAD
AGREGADOS FINO Y GRUESO ASTM C 566**

SOLICITANTE:	TESISTA BACH. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA		
PROYECTO :	"DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE LA ADICION DE PLASTICO REICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY"		
UBICACIÓN :	DEP. APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY		
MUESTRA :	AGREGADOS FINO, GRUESO Y PET		
DISEÑO :	F'C= 210 Kg/cm ²		
FECHA :	JULIO DEL 2021	TECNICO LAB. :	JCCM.

AGREGADO FINO

Nro De Tara	E-1		
Peso de Tara	38.5		
Peso de Tara + M. Humeda	431.1		
Peso de Tara + M. Seca	418.52		
Peso de Agua	12.58		
Peso Muestra Seca	380.02		
Contenido de humedad W%	3.31		
Promedio cont. Humedad W%		3.31	

AGREGADO GRUESO

Nro De Tara	E-2		
Peso de Tara	36.5		
Peso de Tara + M. Humeda	489.1		
Peso de Tara + M. Seca	485.22		
Peso de Agua	3.88		
Peso Muestra Seca	448.72		
Contenido de humedad W%	0.86		
Promedio cont. Humedad W%		0.86	

TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)

Nro De Tara	E-3		
Peso de Tara	36.5		
Peso de Tara + M. Humeda	132		
Peso de Tara + M. Seca	132		
Peso de Agua	0		
Peso Muestra Seca	95.5		
Contenido de humedad W%	0.00		
Promedio cont. Humedad W%		0.00	


 Ing. Kenny Huamani Camarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 120633

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TEMA: DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO PET EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY
SOLICITANTE BACH. ING. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA
UBICACIÓN PACHACHACA - ABANCAY - APURIMAC
CANTERA MURILLO PACHACHACA

M-01
FECHA: 15/07/2021

Material

AGREGADO FINO

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr.	300.0			
2	Peso Frasco + agua	gr.	686.5			
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	986.5			
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	870.8			
5	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	gr.	115.7			
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	296.4			
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)		112.1			

RESULTADOS							PROMEDIO
8	Pe bulk (Base seca) = F/E		2.562				2.56
9	Pe bulk (Base saturada) = A/E		2.593				2.593
10	Pe aparente (Base Seca) = F/G		2.644				2.644
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100		1.215				1.21

OBSERVACIONES :


Ing. Rony Huaman
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 130033

PESO ESPECIFICO UNITARIO AGREGADOS FINO Y GRUESO NTP 400.017, ASTM C 29
--

SOLICITANTE : Bach. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA
PROYECTO : "DETERMINACION Y EVALUCION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO PET EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY"
UBICACIÓN : DPTO. APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY.
MUESTRA : AGREGADO FINO PARA CONCRETO
CANTERA : MURILLO, PACHACHACA, ABANCAY
FECHA : JULIO DEL 2021 TECNICO : JCCM

AGREGADO FINO
PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	5960.000	5960.000	5960.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	9395.000	9410.000	9405.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	3435.000	3450.000	3445.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ ,	2124.000	2124.000	2124.000
PESO UNITARIO Gr/Cm ³ ,	1.617	1.624	1.622
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³ ,	1621		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³ .	1621		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	5960.000	5960.000	5960.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	9575.000	9615.000	9605.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	3615.000	3655.000	3645.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ ,	2124.000	2124.000	2124.000
PESO UNITARIO Gr/Cm ³ ,	1.702	1.721	1.716
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³ ,	1713		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³ .	1713		




Ing. Yenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 130033

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TEMA	DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO PET EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY		
SOLICITANTE:	BACH. ING. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA		
UBICACIÓN	PACHACHACA - ABANCAY - APURIMAC		
CANTERA	MURILLO - PACHACHACA	FECHA	15/07/2021
MATERIAL	AGREGADO FINO PARA CONCRETO	REGISTRO N°	1
LUGAR DE ENSAYO	LABORATORIO HK CONSTRUCTORES		

MUESTRA N°1

N° RECIPIENTE	1	2			
(B) PESO ORIGINAL DE LA MUESTRA SECA + TARA (gr)	430.5	412.4			
(C) PESO DE LA MUESTRA SECA, DESPUES DEL LAVADO +TARA (gr)	425.2	406.5			
PESO DEL MATERIAL PASANTE	5.3	6.0			
PESO DEL RECIPIENTE	0.0	2.0			
PESO DE LA MUESTRA SECA LAVADA	430.5	410.4			
(A) % DE LA MALLA 200	1.23	1.45			
PROMEDIO	1.13				

5. CALCULOS

Calcúlese la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), por lavado, de la siguiente forma:

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

siendo:

A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado.

B = Peso original de la muestra seca, en gramos.

C = Peso de la muestra seca, después de lavada, en gramos.

6. VERIFICACIÓN

6.1 Cuando se desee hacer una verificación, se hará recogiendo y evaporando el agua de lavado, o pasándola por papel de filtro, el cual será subsecuentemente secado, el residuo pesado y el porcentaje calculado como sigue:

$$A = \frac{R}{B} \times 100$$

Siendo:

R = Peso del residuo seco en gramos.



Ing. Yenny Huamant Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

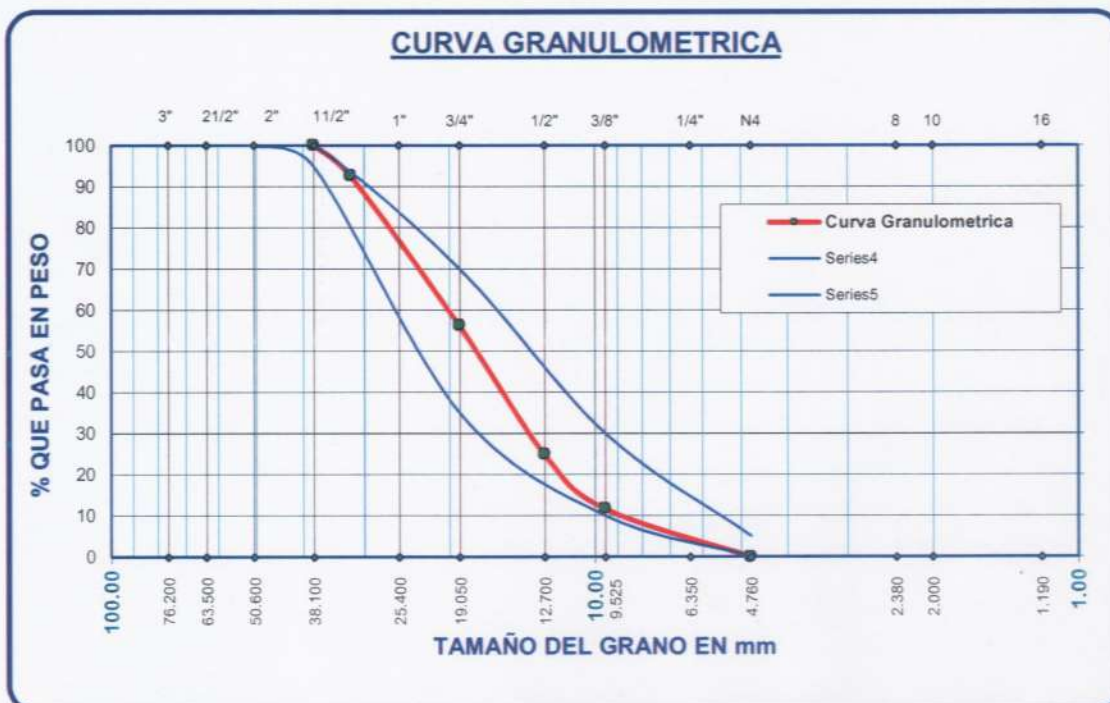
AGREGADO GRUESO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487)**

SOLICITANTE : Bach. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA
PROYECTO : DETERMINACION Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO MEDIANTE LA ADICIÓN DE PLASTICO REICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY
UBICACIÓN : DEP. APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY
MUESTRA : GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO
DISEÑO : F'C =210 Kg/cm2
FECHA : JULIO DEL 2021 TECNICO LAB. : PERS. LAB.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 1" ASTM C-33-54	TAMAÑO MAXIMO: 1" DESCRIP. DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.M 3018.00
2 1/2"	63.500						
2"	50.600				100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100	
1"	25.400	220.90	7.34	7.34	92.66		
3/4"	19.050	1096.10	36.42	43.76	56.24	35 70	
1/2"	12.700	942.20	31.30	75.06	24.94		
3/8"	9.525	398.70	13.25	88.31	11.69	10 30	
1/4"	6.350						
No4	4.760	351.90	11.69	100.00	0.00	0 5	
No8	2.380						
No10	2.000						
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.420						
No50	0.300						
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.074						
BASE TOTAL		3009.80	100.00				MODULO DE FINEZA : 7.32
% PERDIDA							

OBS: TAMIZAR POR LA MALLA N° 4 PARA SEPARAR EL AG. GRUESO Y FINO



**CONTENIDO DE HUMEDAD
AGREGADOS FINO Y GRUESO ASTM C 566**

SOLICITANTE: BACH. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA

PROYECTO : PROYECTO DE TESIS "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE LA ADICION DE PLASTICO RECICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN : DEP. APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY

MUESTRA : AGREGADO GRUESO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD

DISEÑO : F'C= 210 Kg/cm²

FECHA : JULIO DEL 2021 **TECNICO LAB. :** JCCM.

AGREGADO GRUESO

Nro De Tara	E-2		
Peso de Tara	36.5		
Peso de Tara + M. Humeda	489.1		
Peso de Tara + M. Seca	485.22		
Peso de Agua	3.88		
Peso Muestra Seca	448.72		
Contenido de humedad W%	0.86		
Promedio cont. Humedad W%		0.86	


Ing. Kenny Huamani Gamarré
INGENIERO CIVIL
OIP: 130033

PESO ESPECIFICO UNITARIO
AGREGADOS FINO Y GRUESO NTP 400.017, ASTM C 29

SOLICITANTE :	BACH. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA		
PROYECTO :	DETERMINACIÓN Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE LA ADICIÓN DE PLASTICO RECICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY		
UBICACIÓN :	DEP. APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY		
MUESTRA :	AGREGADO GRUESO PARA PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO		
DISEÑO :	F'C= 210 Kg/cm ²		
FECHA :	Julio del 2021	TECNICO :	JCCM

AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	897.000	897.000	897.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	10898.000	10816.000	10876.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	10001.000	9919.000	9979.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ ,	6283.000	6283.000	6283.000
PESO UNITARIO Gr/Cm ³ ,	1.592	1.579	1.588
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³ ,	1586		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³ .	1586		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	897.000	897.000	897.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	11010.000	10966.000	11003.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	10113.000	10069.000	10106.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ ,	6283.000	6283.000	6283.000
PESO UNITARIO Gr/Cm ³ ,	1.610	1.603	1.608
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³ ,	1607		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³ .	1607		


Ing. Juan Carlos Castro Mantilla
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TEMA: DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO PET EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY

SOLICITANTE: BACH. ING. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA

UBICACIÓN: ABANCAY - ABANCAY - APURIMAC

CANTERA: MURILLO - PACHACHACA

FECHA: JULIO DEL 2021

TECNICO: JCCM

AGREGADO GRUESO

DATOS			1	2	3	4
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) (aire)	gr.	2457			
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr.	449.3			
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua	gr.	2010.9			
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1561.6			
5	Peso de la tara	gr.	449.3			
6	Peso de la tara + muestra seca (horno)	gr.	2880.8			
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	2431.5			

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Peso Especifico de masa		2.716			2.72
9	Peso Especifico de masa saturada superficie seco		2.744			2.74
10	Peso especifico aparente		2.795			2.80
11	Porcentaje de absorción	%	1.05			1.05

OBSERVACIONES : NINGUNA


 Ing. Lenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 130033

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TEMA	DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO PET EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY		
SOLICITANTE	BACH ING. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA		
UBICACIÓN	PACHACHACA - ABANCAY - APURIMAC		
CANtera	MURILLO - PACHACHACA - ABANCAY		
TECNICO	JCCM		

M-01

Material

Piedra chancada para Concreto - Zarandeada
 Agregado Grueso Tmáx 1"

Muestra				1	2	3
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		PESOS Y GRANULOMETRIAS (grs) GRADACION		
mm	pulg.	mm	pulg.	A	B	C
37.5	1 1/2"	1 1/2"	1"	1254		
25	1"	1"	3/4"	1247		
19	3/4"	3/4"	1/2"	1249		
12.5	1/2"	1/2"	3/8"	1251		
9.5	3/8"	3/8"	1/4"			
6.3	1/4"	1/4"	N° 04			
4.75	N°4	N° 4	N° 08			
Peso Total				5001		
Perdida despues del ensayo				715		
Peso Obtenido				4286		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas						
Porcentaje Obtenido				14.3		

OBSERVACIONES : Se utiliza la gradacion "A"

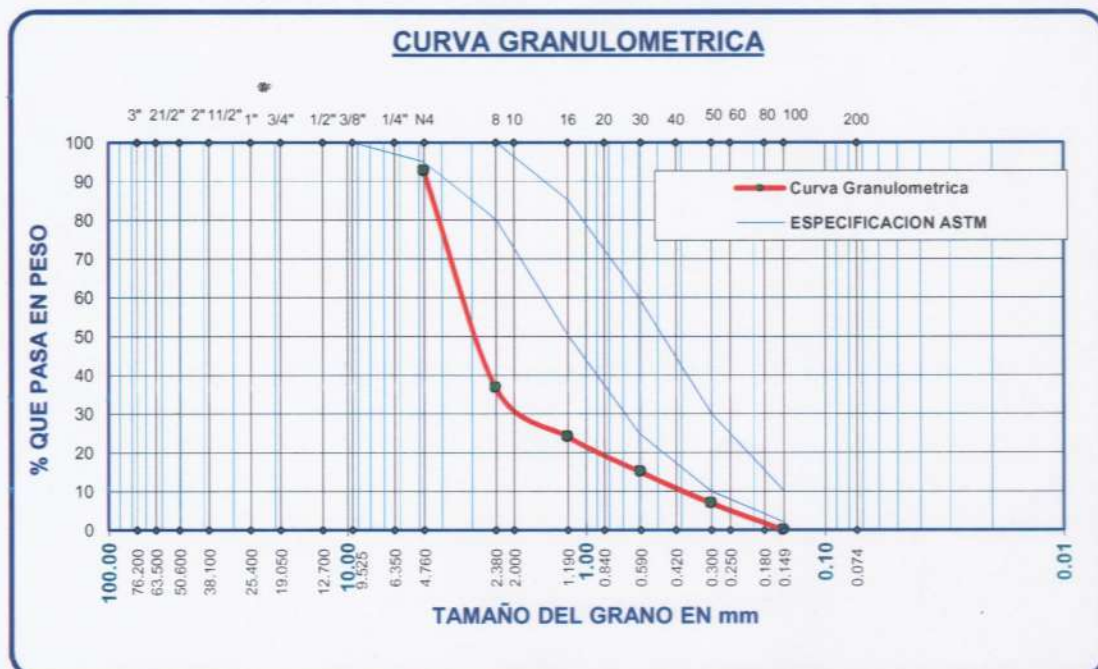

Ing. Jenny Huamani Gamboa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 130033

**TEREFTALATO DE
POLIETILENO (PET)**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487)

SOLICITANTE: BACH. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA
 PROYECTO : "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL
 CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCION
 DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY"
 UBICACIÓN : DPTO. APURÍMAC. PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY
 MUESTRA : TEREFTALATO DE POLIETILENO PET
 DISEÑO : F'C=210 Kg/cm2
 FECHA : JULIO DEL 2021 TECNICO LAB. : JCCM

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.L. 260.00 P.S.
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525					100	
1/4"	6.350						
No4	4.760	19.10	7.35	7.35	92.65	95 100	
No8	2.380	145.20	55.87	63.22	36.78	80 100	
No10	2.000						MODULO DE FINEZA : 4.25
No16	1.190	33.00	12.70	75.91	24.09	50 85	
No20	0.840						
No30	0.590	23.60	9.08	84.99	15.01	25 60	
No40	0.420						
No50	0.300	21.00	8.08	93.07	6.93	5 30	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	18.00	6.93	100.00	0.00	0 10	
No200	0.074	0.00	0.00	100.00	0.00	0 5	
BASE		24.90	9.58	109.58	-9.58		El modulo de fineza debe de estar dentro de los limites de 2.35 - 3.15, no debiendo excederse el limite en mas o menos 0.2 Max 3.35
TOTAL		259.90	100.00				
% PERDIDA							



**CONTENIDO DE HUMEDAD
AGREGADOS FINO Y GRUESO ASTM C 566**

SOLICITANTE: BACH. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA
PROYECTO : PROYECTO DE TESIS "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE LA ADICION DE PLASTICO RECICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY"
UBICACIÓN : DEP. APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY
MUESTRA : TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)
DISEÑO : F'C= 210 Kg/cm²
FECHA : JULIO DEL 2021 **TECNICO LAB. :** JCCM.

TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)

Nro De Tara	E-3		
Peso de Tara	36.5		
Peso de Tara + M. Humeda	132		
Peso de Tara + M. Seca	132		
Peso de Agua	0		
Peso Muestra Seca	95.5		
Contenido de humedad W%	0.00		
Promedio cont. Humedad W%		0.00	


 **Ing. Nenny Huamani Camarra**
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

**PESO ESPECIFICO UNITARIO
AGREGADOS FINO Y GRUESO NTP 400.017 , ASTM C 29**

SOLICITANTE :	BACH. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA	
PROYECTO :	DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE LA ADICION DE PLASTICO REICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY	
UBICACIÓN :	DEP. APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY	
MUESTRA :	TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)	
DISEÑO :	F'C =210 Kg/cm2	
FECHA :	Julio del 2021	TECNICO LAB. : JCCM.

**TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)
PESO UNITARIO SUELTO**

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	165.000	165.000	165.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	990.000	975.000	1010.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	825.000	810.000	845.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm3,	1836.800	1836.800	1836.800
PESO UNITARIO Gr/Cm3,	0.449	0.441	0.460
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M3,	450		
PESO UNITARIO SECO KG/M3.	450		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	165.000	165.000	165.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	1130.000	1132.000	1150.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	965.000	967.000	985.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm3,	1836.800	1836.800	1836.800
PESO UNITARIO Gr/Cm3,	0.525	0.526	0.536
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M3,	529		
PESO UNITARIO SECO KG/M3.	529		



[Handwritten Signature]
Ing. Jenny Huamani Comaña
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TEMA: DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO PET EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY
SOLICITANTE: BACH. ING. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA
UBICACIÓN: PACHACHACA - ABANCAY - APURIMAC
CANTERA: MURILLO - PACHACHACA
FECHA: Julio del 2021

M-01

Material

Tereftalato de Polietileno
 PET

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr.	132.0	125.0		
2	Peso Frasco + agua	gr.	1121.0	1045.0		
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	1253.0	1170.0		
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	743.0	735.0		
5	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	gr.	510.0	435.0		
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	132.0	125.0		
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)		510.0	435.0		

RESULTADOS							PROMEDIO
8	Pe bulk (Base seca) = F/E		0.259	0.287			0.273
9	Pe bulk (Base saturada) = A/E		0.259	0.287			0.273
10	Pe aparente (Base Seca) = F/G		0.259	0.287			0.273
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100		0.000	0.000			0.000




 Ing. Juan Mantilla
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 130033

**PESO ESPECIFICO DEL
CEMENTO**

**DISEÑO DE MEZCLA F°C 210
KG/CM2**

INFORME DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO PORTLAND TIPO I

CANTERA:

**PIEDRA CHANCADA: MURILLO (PACHACHACA)
ARENA GRUESA : MURILLO (PACHACHACA)**



PROYECTO:

**“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL
COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE
ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO (PET) EN LA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE
ABANCAY APURIMAC”.**

UBICACIÓN:

DISTRITO : ABANCAY

PROVINCIA : ABANCAY

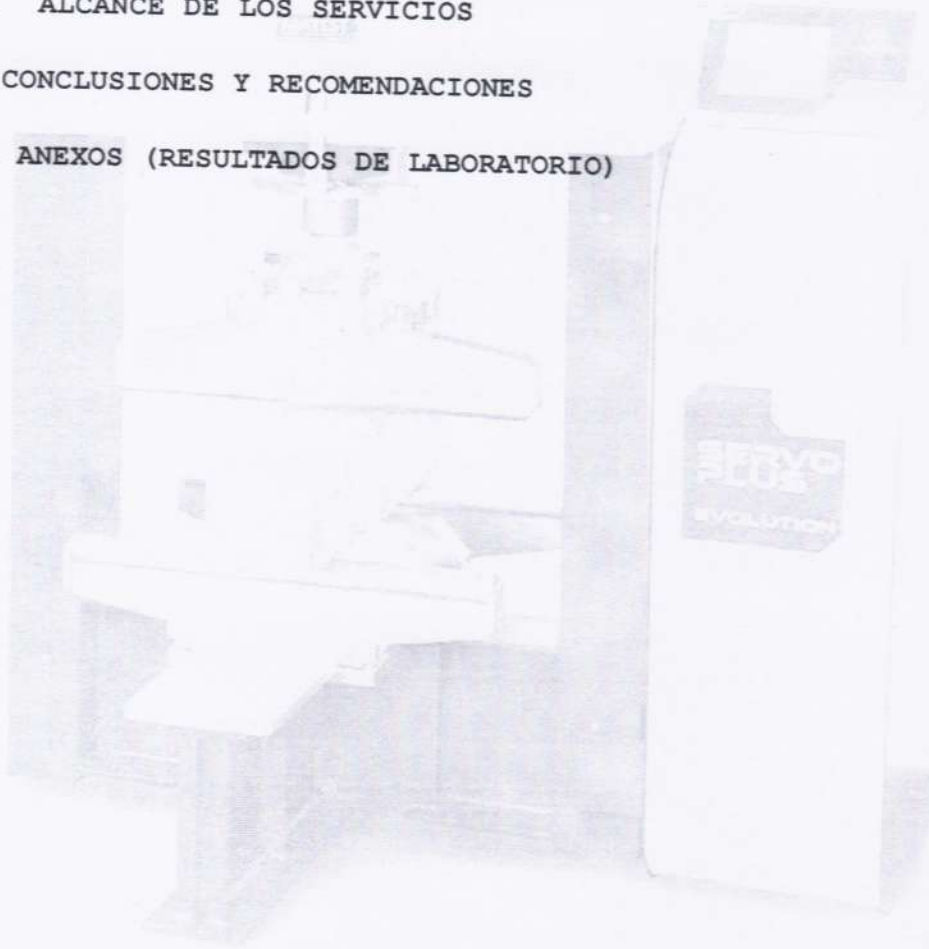
DEPARTAMENTO: APURIMAC

TESISTA : JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA

JULIO - 2021

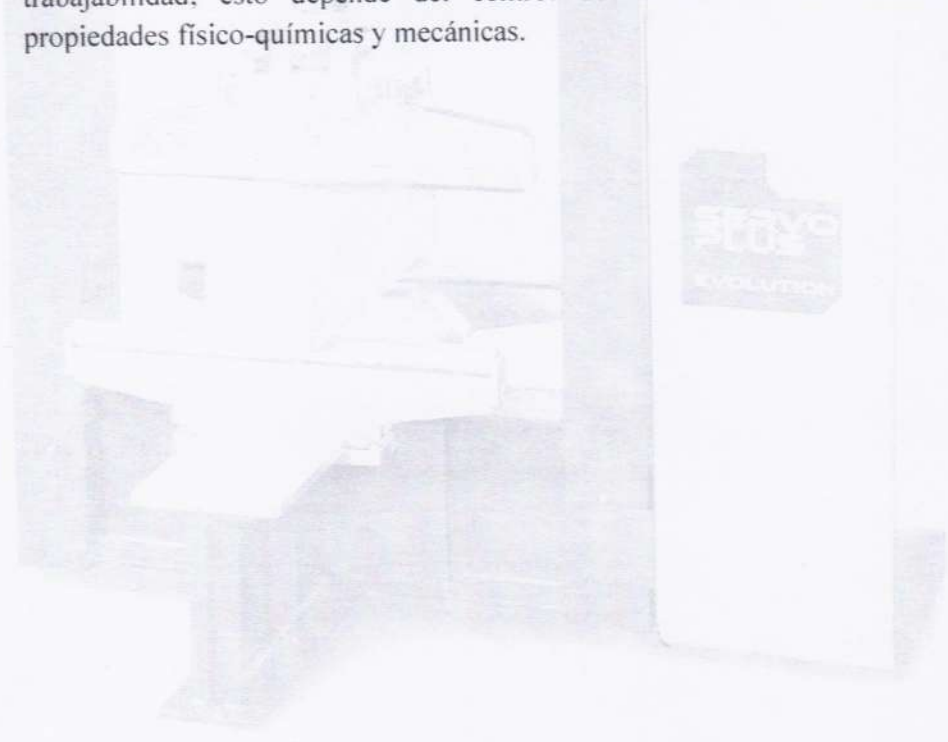
INDICE

- I. EL CONCRETO HIDRAULICO
- II. INFORMACION REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS
- III. PASOS PARA EL PROPORCIONAMIENTO
- IV. ALCANCE DE LOS SERVICIOS
- V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- VI. ANEXOS (RESULTADOS DE LABORATORIO)



INTRODUCCIÓN

El concreto hidráulico es un material de gran uso en la construcción de obras civiles; compuesto por un material aglutinante (cemento Portland hidráulico), agregados pétreos (grava y arena), agua y en ocasiones aditivos. Se necesita una óptima dosificación y una adecuada elección de los materiales, para que soporten las cargas a las que son sometidas las obras; existen métodos para dosificar los componentes del hormigón, que pueden ser empíricos, métodos basados en observación o por la experiencia que las personas ganan durante su constante contacto con el medio de los materiales de construcción y métodos teóricos. El concreto se fabrica para que cumpla con criterios de durabilidad, resistencia y trabajabilidad; esto depende del control de calidad de los materiales, sus propiedades físico-químicas y mecánicas.



I. EL CONCRETO HIDRÁULICO

El concreto hidráulico se ha convertido en uno de los materiales más utilizados en la construcción a nivel mundial, por su trabajabilidad, resistencia, durabilidad y facilidad para conseguir sus componentes. Sus propiedades físicas, químicas y mecánicas dan un material homogéneo que puede resistir grandes esfuerzos a la compresión y ser utilizado en elementos estructurales.

1.1. GENERALIDADES.

Este material se elabora para que en cierto tiempo sea capaz de soportar principalmente esfuerzos de compresión; generalmente se utiliza en estructuras de concreto armado en unión con el acero, para formar una asociación que permita que las estructuras resistan grandes cargas a tensión y a compresión.

El concreto se produce a partir de un diseño de dosificación que consiste en la selección de materiales (cemento, agregados, agua y aditivos), para producir una mezcla económica, que en estado fresco se deje manejar y que en estado endurecido sea un material durable y resistente.

1.2. EL CONCRETO FRESCO

Es el estado del concreto donde todos los materiales (cemento, agregado fino, agregado grueso, agua, aditivos y aire) se unen en una mezcla homogénea y manejable para ser colocada en su destino final. Esta propiedad permite que se llenen adecuadamente los encofrados y los espacios alrededor del acero de refuerzo o armadura.

Las propiedades que se tienen en cuenta en el concreto fresco son:

- ✓ **Trabajabilidad:** es la propiedad del concreto que determina el trabajo utilizado en vencer la fricción entre los materiales que componen la mezcla de concreto y el encofrado o refuerzo.
- ✓ **Compacidad:** esta propiedad describe la facilidad con la que la mezcla fresca es compactada.
- ✓ **Contenido de aire:** permite un requerimiento menor de agua en la mezcla de concreto.
- ✓ **Contenido de agua y cemento:** sirve para determinar el desempeño del concreto endurecido; es decir, la resistencia y la durabilidad.
- ✓ **Consistencia:** es la capacidad del concreto recién mezclado, para fluir.
- ✓ **Sangrado:** es la evaporación del agua en el concreto mezclado, provocado por el asentamiento de los materiales sólidos.

- ✓ **Cohesión:** esta propiedad describe la capacidad que tiene la mezcla de concreto fresco para mantenerse como una masa estable y sin segregación.
- ✓ **Segregación:** determina el grado de descomposición mecánica del concreto fresco en sus partes constituyentes, cuando el agregado grueso tiende a separarse de la pasta.

1.3. EL CONCRETO ENDURECIDO

Es el estado del concreto después del fraguado, donde la mezcla gana resistencia y toma la forma a la cual se moldeó y es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

Las propiedades del concreto endurecido son:

- ✓ **Resistencia:** es la habilidad para soportar esfuerzos.
- ✓ **Durabilidad:** es la habilidad para resistir la acción del medio ambiente; los ataques químicos, la abrasión y a otras condiciones de servicio.
- ✓ **Permeabilidad:** es la capacidad de permitir el paso de un fluido (líquido o gas) a través del concreto.
- ✓ **Cambios volumétricos:** es la principal causa de agrietamiento en la mezcla y esto se debe a los cambios de volumen que experimenta durante su vida útil.
- ✓ **Acabado:** esta propiedad muestra la apariencia natural de la mezcla, cumpliendo las funciones de resistencia y de dar una apariencia agradable al diseño de la obra.
- ✓ **Masa unitaria:** esta característica debe ser igual a la masa del concreto recién mezclado, menos el agua evaporable.

II. INFORMACION REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

1. Análisis granulométrico de los agregados
2. Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
3. Peso específico de los agregados (fino y grueso)
4. Contenido de humedad y % de absorción de los agregados (fino y grueso)
5. Perfil y textura de los agregados
6. Tipo y marca del cemento
7. Peso específico del cemento
8. Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

III. PASOS PARA EL PROPORCIONAMIENTO

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

1. Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra, para determinar el espaciamiento entre el encofrado y el acero
2. Elección de la resistencia promedio requerida (f'_{cr}).
3. Elección del Asentamiento (Slump)
4. Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.

6. Selección de la relación agua/cemento (a/c).
7. Cálculo del contenido de cemento.
8. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
9. Ajustes por humedad y absorción.
10. Cálculo de proporciones en peso.
11. Cálculo de proporciones en volumen.
12. Cálculo de cantidades por tanda.

IV. ALCANCE DE LOS SERVICIOS

Objetivo General:

“Determinar la combinación más práctica de los materiales con los que se dispone para producir un concreto que satisfaga los requisitos de comportamiento bajo las

objetivo principal del estudio de canteras, es ubicar fuentes de materiales existentes en la zona del proyecto y evaluar las características físicas y mecánicas de los agregados condiciones particulares de uso”

El y determinar los volúmenes disponibles y los tratamientos requeridos para su empleo en el concreto.

Para lograr tal objetivo, una mezcla de concreto deberá poseer las siguientes propiedades:

1. En el concreto fresco, trabajabilidad aceptable.
2. En el concreto endurecido, resistencia, durabilidad, densidad y apariencia
3. Economía

El procedimiento descrito en ACI 211, detalla 2 métodos de proporcionar mezclas de concreto de peso normal y denso que son:

1. Basado en un peso estimado del concreto por volumen unitario.
2. Basado en el cálculo del volumen absoluto ocupado por los componentes del concreto.

Los métodos descritos proporcionan una aproximación preliminar de las cantidades de materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto, que luego deben ser verificadas mediante mezclas de prueba en el laboratorio o en el campo y efectuar los ajustes que sean necesarios con el objetivo de lograr las características deseadas en el concreto fresco y endurecido.

El documento ACI 211.1 resume el procedimiento de diseño de mezclas de concreto, en 9 pasos que son:

a) Elección del revenimiento

Tipos de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo*	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas reforzadas	7.5	2.5
Muros de sub estructuras, cajones y zapatas sin refuerzo	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10.0	2.5
Columnas de edificios	10.0	2.5
Losas y pavimentos	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

* puede incrementarse 2.5 cm para métodos de consolidación distintos a la vibración

b) Elección del tamaño máximo de agregado

Por regla general, el tamaño máximo de agregado debe ser el mayor disponible económicamente y guardar relación con las dimensiones de la estructura. En ningún caso el tamaño máximo debe exceder de:

- 1/5 de la menor dimensión entre los costados de los moldes.
 - 1/3 del espesor de las losas.
 - 3/4 del espacio libre mínimo entre varillas de refuerzo individuales, paquetes de varillas o torones [1] de pretensado.
- [1] El torón se define como un cable conformado de un cable central de mayor diámetro y recubierto en su perímetro por 6 cables de menor diámetro enrollados al largo del cable central.

c) Cálculo del agua de mezclado y el contenido de aire

La tabla 5.3.3 del apéndice A1 del documento ACI 211.1, proporciona la cantidad de agua (en kg/m³ de concreto) y el porcentaje de aire atrapado en función de las siguientes variables:

- ✓ Tipo de concreto
 - i. Sin aire incluido
 - ii. Con aire incluido (si el nivel de exposición es bajo, medio o extremo)
- ✓ Revenimiento
 - i. De 1 a 2"
 - ii. De 3 a 4"
 - iii. De 6 a 7"
- ✓ Tamaño máximo nominal del agregado
 (Para 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2", 3" y 6")

Exposición ligera:

Cuando se desee la inclusión de aire por otros efectos benéficos que no sean la durabilidad, por ejemplo, para mejorar la cohesión o la trabajabilidad, o para incrementar la resistencia del concreto con un bajo factor de cemento, pueden emplearse contenidos de aire inferiores a los necesarios para la durabilidad. Esta exposición incluye servicio interior o exterior en climas en los que el concreto no estará expuesto a agentes de congelación o deshielo.

Exposición moderada:

Implica servicio en climas donde es probable la congelación, pero en los que el concreto no estará expuesto continuamente a la humedad o a agua corriente

durante largos periodos antes de la congelación, ni a agentes descongelantes u otros productos químicos agresivos. Como ejemplos pueden señalarse: vigas exteriores, columnas, muros, traveses o losas que no estén en contacto con el terreno húmedo y que estén ubicadas de manera que no reciban aplicaciones directas de sales descongelantes.

Exposición severa:

Cuando el concreto estará expuesto a productos químicos descongelantes u otros agentes agresivos, o bien, cuando el concreto pueda resultar altamente saturado por el contacto continuo con humedad o agua corriente antes de la congelación.

Ejemplos de lo anterior son: pavimentos, pisos de puentes, cunetas, desagües, aceras, revestimiento de canales, tanques exteriores para agua o resumideros.

Tabla 5.3.3: Requisitos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales recomendados

Revenimiento		Agua, kg/m ³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregado indicados							
(cm)	(pulg)	9.5 mm (3/8")	12.5 mm (1/2")	19 mm (3/4")	25 mm (1")	37.5 mm (1 1/2")	50 mm (2")	75 mm (3")	100 mm (4")
Concreto sin aire incluido									
2.5 a 5.0	1 a 2	207	199	190	179	166	154	130	113
7.5 a 10	3 a 4	228	216	205	193	181	169	145	124
15 a 17.5	6 a 7	243	228	216	202	190	178	160	—
Cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto sin aire incluido, %		3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido									
2.5 a 5.0	1 a 2	181	175	166	160	150	142	122	107
7.5 a 10	3 a 4	202	193	184	175	165	157	133	119
15 a 17.5	6 a 7	216	205	197	184	174	166	154	—
Contenido promedio ^a total de aire, para el nivel de exposición, %									
Exposición	Baja	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5 ^{xx}	1.0 ^{xx}
	Media	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5 ^{xx}	3.0 ^{xx}
	Extrema ⁺⁺⁺	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5 ^{xx}	4.0 ^{xx}

d) Selección de la relación agua-cemento

Se conoce como relación agua/cemento (A/C) a la razón existente entre el peso del agua con respecto al peso de cemento, es decir:

$$A/C = \text{Peso de agua} / \text{Peso de cemento}$$

Si se mantienen constantes las cantidades de agregado seco en una determinada proporción de concreto, se observa que a medida que la relación agua/cemento (A/C) se incrementa, esto conlleva una disminución en la resistencia del concreto. Por eso es importante tener un adecuado balance de dicha relación, de forma que permita que, para una determinada cantidad de cemento fija en la mezcla, se disponga de la suficiente cantidad de agua que permita una adecuada colocación del concreto y lograr la resistencia especificada (f'c).

Los valores que están por debajo del valor promedio pueden representar problemas si están significativamente por debajo de f'c. De ahí que en ACI 318-02 se recomiendan 3 casos para estimar el valor de f'cr en función de la disponibilidad de registros de ensayos previos y toman en cuenta el valor de la

desviación estándar s obtenida. A continuación, se resumen las 3 situaciones descritas:

- ✓ Se disponen de una cantidad de 30 o más registros.

Esfuerzo a compresión especificado f_c	Esfuerzo promedio requerido a compresión f_{cr} , kgf/cm^2
$f_c \leq 350 \text{ kgf/cm}^2$	$f_{cr} = f_c + 1.34s$ $f_{cr} = f_c + 2.33s - 35$ Usar el mayor valor que se obtenga
$f_c > 350 \text{ kgf/cm}^2$	$f_{cr} = f_c + 1.34s$ $f_{cr} = 0.90f_c + 2.33s$ Usar el mayor valor que se obtenga

Tabla 5.3.2.1: Esfuerzo promedio requerido a compresión cuando existen datos disponibles para establecer una desviación estándar

- ✓ Se dispone de 15 a 29 registros.

No. de pruebas*	Factor de modificación para la desviación estándar**
<15	Usar tabla 5.3.2.2 de ACI 318-02
15	1.16
20	1.08
25	1.03
≥ 30	1.00

* Interpolación para números intermedios de pruebas
** Desviación estándar modificada a ser usada para determinar el esfuerzo promedio requerido f_{cr} a partir de 5.3.2.1.

Tabla 5.3.1.2: Factor de modificación para la desviación estándar cuando menos de 30 pruebas están disponibles

- ✓ Se cuenta con menos de 15 registros.

Esfuerzo a compresión especificado f_c , kgf/cm^2	Esfuerzo promedio requerido a compresión f_{cr} , kgf/cm^2
< 210	$f_c + 70$
210-350	$f_c + 84$
> 350	$1.10f_c + 49$

Tabla 5.3.2.2: Esfuerzo promedio requerido a compresión cuando no se dispone de datos para establecer una desviación estándar

e) Cálculo del contenido de cemento

El cemento requerido es igual al contenido estimado de agua de mezclado dividido entre la relación A/C. Si, no obstante, la especificación incluye un límite mínimo separado sobre el cemento, además de los requerimientos de resistencia y durabilidad, la mezcla debe basarse en el criterio que conduzca a una cantidad mayor de cemento.

$$C = A / (A/C)$$

Donde:

C = Cantidad de cemento por m^3 de concreto

A = Cantidad de agua por m^3 de concreto

A/C = Relación agua-cemento

f) Estimación del contenido de agregado grueso

En la tabla 5.3.6 se muestra el volumen de agregado, en m^3 , con base al peso volumétrico varillado seco (PVV), para un m^3 de concreto. Este

volumen se convierte a peso seco del agregado grueso requerido en un m³ de concreto, multiplicándolo por el peso volumétrico varillado en seco por m³ de agregado grueso.

Tamaño máximo nominal del agregado		Volumen de agregado grueso* varillado en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 mm	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 mm	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
19 mm	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25 mm	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 mm	1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
50 mm	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
75 mm	3"	0.82	0.8	0.78	0.76
150 mm	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

* Los volúmenes están basados en agregados en condiciones de peso volumétrico varillado seco, como se describe en la norma ASTM C 29. Estos volúmenes se han seleccionado a partir de relaciones empíricas para producir concreto con un grado de trabajabilidad adecuado a la construcción reforzada común. Para concretos menos trabajables, como los requeridos en la construcción de pavimentos de concreto, pueden incrementarse en un 10% aproximadamente.

Tabla 5.3.6: Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino

g) Estimación del contenido de agregado fino

Hasta el paso 6 se han estimado todos los componentes del concreto, excepto el agregado fino, cuya cantidad se determina por diferencia. ACI 211.1 proporciona 2 formas de determinarlo:

- ✓ Por el método de peso.

Tamaño máximo nominal del agregado		Primer estimado del peso unitario de concreto, kgf/m ³	
		Concreto sin inclusión de aire	Concreto con aire incluido
9.5 mm	3/8"	2280	2200
12.5 mm	1/2"	2310	2230
19 mm	3/4"	2345	2275
25 mm	1"	2380	2290
37.5 mm	1 1/2"	2410	2350
50 mm	2"	2445	2345
75 mm	3"	2490	2405
150 mm	6"	2530	2435

* Valores calculados por medio de la Ec. 6-3 para concreto de riqueza mediana (330 kg de cemento por m³) y reventamiento medio con agregado de peso específico de 2.70. Los requerimientos de agua se basan en valores de la tabla 5.3.3, para reventamiento de 8 a 10 cm. Si se desea el peso estimado puede afinarse como sigue: Cuando se disponga de la información necesaria, por cada 5 kg de diferencia en los valores de agua de mezclado de la tabla 5.3.3 para reventamiento de 8 a 10 cm, corregir el peso por m³ en 8 kg en dirección contraria; por cada 20 kg de diferencia en contenido de cemento de 330 kg, corregir el peso por m³ en kg en la misma dirección; por cada 0.1 que el peso específico del agregado se desvíe de 2.70, debe corregirse el peso del concreto en 70 kg en la misma dirección.

Tabla 5.3.7.1: Primer estimado de peso unitario del concreto fresco

- ✓ Por el método de volumen absoluto (preferido en el país)

Un procedimiento más exacto para calcular la cantidad requerida de agregados finos, implica el empleo de volúmenes desplazados por los componentes (determinación de gravedades específicas). En este caso, el volumen total desplazado por los componentes conocidos (el agua, aire, cemento y agregado grueso) se resta del volumen unitario del concreto para obtener el volumen requerido de agregado fino. El volumen ocupado por cualquier componente en el concreto es igual a su peso dividido entre la densidad de ese material (siendo ésta el producto del peso unitario del agua por el peso específico del material).

h) Ajuste por humedad del agregado.

- ✓ Determinación de pesos húmedos
 Agregado fino húmedo = Agregado fino seco (1+W_{af})
 Agregado grueso húmedo = Agregado grueso seco (1+W_{ag})
- ✓ Determinación del agua a añadir:
 Agua a añadir = Agua neta de mezclado - Agua de humedad + agua de absorc.
 Agua a añadir = Agua neta de mezclado
 - W_{arena} seca × ω_{arena} + W_{arena} seca × abs_{arena}
 - W_{grava} seca × ω_{grava} + W_{grava} seca × abs_{grava}
 Agua a añadir = Agua neta de mezclado
 - W_{arena} seca (ω_{arena} - abs_{arena})
 - W_{grava} seca (ω_{grava} - abs_{grava})

i) Ajustes en las mezclas de prueba.

Se ha estimado que el volumen necesario para una revoltura de prueba en el laboratorio es de 0.02 m³, por tanto, este volumen se multiplica por los valores de agua a ser añadida, cemento, agregado grueso y fino húmedo, para obtener los pesos requeridos para realizar la revoltura de prueba.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. Las características de la cantera, se establece de los resultados de laboratorio realizados y las cuales son apropiadas para la elaboración de concreto hidráulico para el proyecto: **“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY APURIMAC”.**
2. La más evidente conclusión es que la resistencia a la compresión (f'_c) aumenta conforme la relación Agua/Cemento (w/c) va disminuyendo.
3. Para el diseño de mezcla, nos basamos en el método ACI. Este método es conservador porque trabaja no con una resistencia a la compresión sino con una resistencia a la compresión promedio (f'_{cr} > f'_c) que incluye un factor de seguridad. Es decir, el f'_c de diseño es el f'_c requerido.
4. No solamente a partir de la resistencia a la compresión se busca la relación agua/cemento a usar, sino también hay que evaluar los criterios de durabilidad según el tipo de obra y su ubicación geográfica y condiciones a las que va a estar sometida el concreto.
5. El concreto se fabrica en una ubicación geográfica que presenta un nivel altitudinal de **2359 msnm**, aproximadamente en la localidad de **Abancay, Abancay Apurímac**.
6. El peso específico del cemento **Portland Yura Tipo IP**, es de **2.85 gr/cm³**.
7. El tamaño máximo de la piedra se determinó en **3/4"**, para las dosificaciones que se calcularon en el presente diseño de mezclas.

RECOMENDACIONES:

1. Con la finalidad de garantizar las resistencias especificadas, es necesario contar con agregados que reúnan las condiciones especificadas por la ACI, que es la Institución que propone la metodología del diseño de mezclas realizado.
2. Específicamente, para los agregados alcanzados por el interesado para el presente diseño, se recomienda seleccionar el material de manera que las gravas y las arenas tengan la granulometría que a continuación se detalla: Y que están graficadas en las hojas respectivas de Granulometría nombradas como **Curva Ideal**.

LIMITES DE GRADUACION GRAVAS

TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	MINIMO %	MAXIMO %
2"	50.000	100.00	100.00
1 1/2"	38.100	95.00	100.00
3/4"	19.050	35.00	70.00
3/8"	9.525	10.00	30.00
Nº4	4.750	0.50	1.00

LIMITES DE GRADUACION ARENAS

TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	MINIMO %	MAXIMO %
3/8"	9.525	100.00	100.00
Nº 4	4.750	95.00	100.00
Nº 8	2.360	80.00	100.00
Nº 16	1.180	50.00	85.00
Nº 30	0.600	25.00	60.00
Nº 50	0.300	10.00	30.00
Nº 100	0.150	2.00	10.00
Nº 200	0.075	0.00	2.00

3. En lo referente a la humedad de los agregados esta debe ser determinada a pie de obra y antes de la jornada de preparación del concreto con la finalidad de **restar** la cantidad de agua que contienen los agregados de la proporción señalada en el diseño de mezclas.
4. En algunos casos se ha adquirido la costumbre de dosificar las mezclas con mediciones inexactas (por palas o por carretillas) aspectos, que no han sido contemplados en el presente diseño, así mismo por la facilidad de trabajo se suele producir mezclas muy fluidas lo que influye negativamente en la resistencia de los concretos. Como en obra no se tiene la certeza de realizar un control estricto de estos inconvenientes, en la práctica se trabaja con proporciones mayores de cemento por m³ de concreto así se recomienda utilizar las dosificaciones establecidas para las resistencias de: **210 kg/cm²**, indicadas en el presente informe.
5. Se recomienda realizar pruebas de revenimiento para ajustar el agua necesaria en la mezcla. Se recomienda cubicar las unidades de medida de los agregados y el agua antes de comenzar con la producción de concreto.
6. Controlar que se cumplan con los pesos establecidos para las bolsas de cemento IN SITU.

7. Los agregados deberán estar libre de polvo tierra terrones materia orgánica u otros sustancias dañinas
8. Deberá de verificarse que la Arena se encuentre limpia de impurezas y finos, de ser necesario tendrá que lavarse debido al porcentaje de finos que contiene.
9. Para cumplir la granulometría del agregado grueso se recomienda controlar el tamaño máximo mediante el zarandeo con la malla respectiva
10. El cemento a utilizar considerado es *Yura Tipo IP*, cualquier variación será sujeta a autorización, según el tipo de elemento, así mismo se deberá usar material de la cantera en estudio.
11. Tomar en cuenta las condiciones climatológicas de la temporada de lluvias para la cantidad de agua
12. Temperatura apropiada promedio de vaciado 20 °C y humedad relativa 80%.
13. Durante la colocación del concreto en climas con temperaturas de menos de 4 °C, deberá tomarse el criterio de calentar los agregados, la temperatura en ningún punto de los mismos excederá de 100 °C, ni la temperatura media a 65 °C.
14. Evitar que se produzca, segregación, evaporación de agua de mezclado, o perdida de materiales integrantes del concreto.
15. Se incrementará un 10 % los contenidos de cemento y agregado fino de la primera tanda, a fin de compensar la porción de mortero que tiende a pegarse al equipo de transporte.
16. El concreto deberá estar protegido durante el transporte de la acción de las lluvias, sol, heladas, nieve, granizo, viento y variaciones de la humedad relativa ambiente.
17. Tener en cuenta las condiciones de control de temperatura durante el vaciado y fraguado del concreto y de ser necesario utilizar algún aditivo.
18. **Del desencofrado**; la supervisión autorizara la remoción de los encofrados y el respectivo retiro de puntales únicamente cuando la resistencia del concreto alcance como mínimo un valor doble del necesario para soportar las tensiones en el elemento estructural al momento de desencofrar.
19. **Plazos de Desencofrado**; si no se dispone de ensayos de resistencia en compresión, los siguientes plazos pueden tomarse como una guía para determinar el momento de la remoción de encofrados y tomando en cuenta el momento en que la última porción de concreto fue colocada en el elemento estructural considerado:

<i>Elemento Estructural</i>	<i>Periodo</i>
Encofrados laterales de vigas y muros	1 a 3 días
Muros de Contención con Relleno	7 días
Encofrado en Columnas y pilares	1 a 7 días
Encofrado de losas dejando puntales de seguridad	7 a 14 días
Fondos de vigas viguetas, intradós de arco, dejando puntales de seguridad convenientemente	14 días
Remoción de todos los puntales de seguridad de losas vigas viguetas y arcos	21 días

ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

20. **Del tiempo de curado;** este deberá estar indicado en las especificaciones de obra, debiéndose además de los valores recomendados para casos específicos, considerar lo siguiente:
- ✓ Los concretos preparados con cemento Tipo I, II o V de la clasificación ASTM C 150, curados bajo condiciones atmosféricas normales, deberán mantenerse en condición húmeda sobre los 10 °C por lo menos 7 días Después de colocados.
 - ✓ Los concretos preparados con aditivos acelerantes tendrán un periodo mínimo de 3 días.
 - ✓ Las estructuras hidráulicas tendrán un periodo de curado no menor de 14 días.
 - ✓ Si se emplea cementos Tipo IP, IPM de la clasificación ASTM C 525, el curado deberá mantenerse por lo menos los primeros 10 días
21. El curado no deberá suspenderse si el concreto de probetas curadas bajo condiciones de obra no ha alcanzado un valor equivalente del 75 % de la resistencia de diseño especificada.
22. El aditivo que se añadirá según la dosificación recomendada de su especificación, tendrá la finalidad de:
- ✓ Apropiaada colocación del concreto en lugares de alta cuantía de acero por la mejora en su trabajabilidad.
 - ✓ Se podrá reducir el agua de amasado en el concreto produciendo incrementos en las resistencias mecánicas, así como el aumento de la impermeabilidad, lo cual se verificará mediante el Slump.
23. La muestra fue proporcionada por el solicitante para el diseño teórico
24. Las conclusiones y recomendaciones presentes, sólo se aplican a la cantera en estudio y según la frecuencia de ensayos, no pudiendo aplicarla para otros fines o a otros sectores

Abancay, 15 de julio del 2021

DISEÑO DE MEZCLAS
CONCRETO $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$
METODO: ACI

SOLICITANTE :	Bach. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA
PROYECTO :	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICIÓN DE PLASTICO RECICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY"
UBICACIÓN :	DPTO. APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY
MUESTRA :	DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$
FECHA :	JULIO DEL 2021
TECNICO :	JCCM

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO	AGREGADOS		
			YURA TIPO IP	FINO	GRUESO
TAMAÑO MAXIMO	Pulg		N° 4	1"	
PESO ESPECIFICO	gr/cc	2.82	2.56	2.72	0.27
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³		1621	1586	450
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³		1713	1607	529
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		3.31	0.86	0.00
ABSORCION	%		1.21	1.05	0.00
MODULO DE FINEZA			3.08	7.32	

DOSIFICACION

f'_c PROM. f_{cr} (Kg/m ²)	TMN (pulg)	SLUMP (pulg)	AGUA (lit/m ³)	AIRE (%)	Agua/cem A/C	Factor cem. FC (Kg/m ³)	Factor cem. FC (bol/m ³)	Coefficiente b/bo
294	1"	3" - 4"	193	1.5	0.56	344.64	8.11	0.642

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS

CALCULO PESO DEL AGREGADO GRUESO	1031.61
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	0.380

DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M ³	HUMEDAD	PESOS KG/M ³	PROPORCION
CEMENTO	0.122	344.643		344.64	1.00
AGREGADO FINO	0.290	743.198	15.580	767.80	2.23
AGREGADO GRUESO	0.380	1031.614	-1.900	1040.53	3.02
AGUA	0.193	193.000	13.680	179.32	22.11
AIRE	0.015				

Rel A/C Efectiva	0.52
------------------	------

2312.455

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN P3	PROPORCION P3
CEMENTO	8.109	1.00
AGREGADO FINO	16.723	2.06
AGREGADO GRUESO	23.163	2.86
AGUA	22.113	22.11

DISEÑO DE MEZCLAS

CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

METODO: ACI

SOLICITANTE : Bach. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA
PROYECTO : "DETERMINACION Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICIÓN DE PLASTICO RECICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY"
UBICACIÓN : DPTO. APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY
MUESTRA : DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$
FECHA : JULIO DEL 2021 TECNICO : JCCM

DOSIFICACIÓN EN PESO **5.00%** **PET**

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.122	344.643		344.64	1.00
AGREGADO FINO	0.240	706.038	14.800	729.41	2.12
AGREGADO GRUESO	0.380	1031.614	-1.900	1040.53	3.02
PET	0.050	37.160	0.000	37.16	0.11
AGUA	0.193	193.000	12.900	180.10	22.21
AIRE	0.015				

Rel A/C Efectiva	0.52
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN P3	PROPORCION
CEMENTO	8.109	1.00
AGREGADO FINO	15.887	1.96
AGREGADO GRUESO	23.163	2.86
PET	2.915	0.18
AGUA	22.209	22.21

DOSIFICACIÓN EN PESO **10.00%** **PET**

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.122	344.643		344.64	1.00
AGREGADO FINO	0.190	668.878	14.020	691.02	2.01
AGREGADO GRUESO	0.380	1031.614	-1.900	1040.53	3.02
PET	0.100	74.320	0.000	74.32	0.22
AGUA	0.193	193.000	12.120	180.88	22.31
AIRE	0.015				

230.000	
Rel A/C Efectiva	0.52

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN P3	PROPORCION
CEMENTO	8.109	1.00
AGREGADO FINO	15.051	1.86
AGREGADO GRUESO	23.163	2.86
PET	5.831	0.39
AGUA	22.305	22.31

DISEÑO DE MEZCLAS
CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$
METODO: ACI

SOLICITANTE :	Bach. JUAN CARLOS CASTRO MANTILLA
PROYECTO :	"DETERMINACION Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICIÓN DE PLASTICO RECICLADO (PET) EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES PARA LA CIUDAD DE ABANCAY"
UBICACIÓN :	DPTO. APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY
MUESTRA :	DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$
FECHA :	JULIO DEL 2021
TECNICO :	JCCM

DOSIFICACIÓN EN PESO 15.00% PET

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.122	344.643		344.64	1.00
AGREGADO FINO	0.140	631.718	13.240	652.63	1.90
AGREGADO GRUESO	0.380	1031.908	-1.900	1040.83	3.02
PET	0.150	111.480	0.000	111.48	0.33
AGUA	0.193	193.000	11.340	181.66	22.40
AIRE	0.015				

Rel A/C Efectiva	0.53
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN P3	PROPORCION
CEMENTO	8.109	1.00
AGREGADO FINO	14.215	1.75
AGREGADO GRUESO	23.169	2.86
PET	8.746	0.62
AGUA	22.402	22.40



Ing. Rany Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

**CONSOLIDADO DE
RESULTADOS DE
RESISTENCIA A
COMPRESION Y PESO**

CUADRO DE RESISTENCIAS ALCANZADAS ROTURA DE BRIQUETAS F'C = 210 KG/CM2

GRUPO	BRIQUETA N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	PESO	EDAD	AREA	FUERZA APLICADA(KN).	RESISTENCIA ALCANZADA (KG/CM2)	PORCENTAJE ALCANZADO	RESISTENCIA PROMEDIO	PROMEDIO ALCANZADO	PESO PROMEDIO ALCANZADO
CONCRETO F'C=210 KG/CM2 COMUN	1	03/09/2021	10/09/2021	12158.50	7	180.50	228.09	128.86	61.36%	144.85	68.97%	12151.17
	2	03/09/2021	10/09/2021	12105.50	7	180.50	276.48	156.19	74.38%			
	3	03/09/2021	10/09/2021	12189.50	7	180.12	264.05	149.49	71.18%			
	4	02/09/2021	16/09/2021	12287.50	14	180.50	312.74	176.68	84.13%	182.48	86.90%	12309.82
	5	02/09/2021	16/09/2021	12311.50	14	180.02	322.65	182.76	87.03%			
	6	02/09/2021	16/09/2021	12330.45	14	180.02	331.93	188.02	89.53%			
	7	14/09/2021	12/10/2021	12403.00	28	179.55	383.12	217.59	103.61%	219.24	104.40%	12367.23
	8	14/09/2021	12/10/2021	12335.50	28	180.02	395.83	224.21	106.77%			
	9	14/09/2021	12/10/2021	12363.20	28	180.02	381.22	215.94	102.83%			
CONCRETO F'C=210 KG/ + 5% DE PET	1	09/09/2021	16/09/2021	11867	7	180.50	229.66	129.74	61.78%	136.71	65.10%	11801.33
	2	09/09/2021	16/09/2021	11816.5	7	180.02	246.43	139.59	66.47%			
	3	09/09/2021	16/09/2021	11720.5	7	180.50	249.24	140.81	67.05%			
	4	09/09/2021	23/09/2021	11699	14	180.02	265.43	150.35	71.59%	155.92	74.25%	11739.23
	5	09/09/2021	23/09/2021	11786.5	14	179.55	285.13	161.93	77.11%			
	6	09/09/2021	23/09/2021	11732.2	14	180.31	274.93	155.48	74.04%			
	7	21/09/2021	19/10/2021	11827.5	28	180.50	324.84	183.51	87.39%	182.25	86.78%	11830.00
	8	21/09/2021	19/10/2021	11902.5	28	180.50	334.65	189.06	90.03%			
	9	21/09/2021	19/10/2021	11760	28	180.02	307.48	174.17	82.94%	104.78	49.89%	11358.65
CONCRETO F'C=210KG/C M2 + 10% DE PET	1	03/09/2021	10/09/2021	11145.23	7	179.55	167.96	95.39	45.42%	121.62	57.91%	11332.67
	2	03/09/2021	10/09/2021	11534.32	7	180.02	198.2	112.27	53.46%			
	3	03/09/2021	10/09/2021	11396.4	7	180.50	188.83	106.68	50.80%			
	4	09/09/2021	23/09/2021	11317	14	180.02	202.62	114.77	54.65%	143.16	68.17%	11465.83
	5	09/09/2021	23/09/2021	11230.5	14	180.50	227.94	128.77	61.32%			
	6	09/09/2021	23/09/2021	11450.5	14	180.02	214.16	121.31	57.77%			
	7	17/09/2021	15/10/2021	11359.5	28	180.50	252.82	142.83	68.01%	143.16	68.17%	11465.83
	8	17/09/2021	15/10/2021	11536	28	180.02	268.34	152.00	72.38%			
	9	17/09/2021	15/10/2021	11502	28	180.26	238.06	134.67	64.13%	97.33	46.35%	11020.17
CONCRETO F'C=210KG/C M2 + 15% DE PET	1	03/09/2021	10/09/2021	11005.5	7	180.02	153.64	87.03	41.44%	109.85	52.31%	11064.67
	2	03/09/2021	10/09/2021	10902.5	7	179.55	153.59	87.23	41.54%			
	3	03/09/2021	10/09/2021	11152.5	7	180.02	207.86	117.74	56.07%	133.65	63.64%	11229.70
	4	04/09/2021	18/09/2021	11084	14	180.50	193.52	109.33	52.06%			
	5	04/09/2021	18/09/2021	11054.5	14	180.50	186.93	105.60	50.29%			
	6	04/09/2021	18/09/2021	11055.5	14	179.55	201.83	114.63	54.58%			
	7	14/09/2021	12/10/2021	11376	28	180.26	259.28	146.67	69.84%			
	8	14/09/2021	12/10/2021	11072.5	28	180.26	194.23	109.87	52.32%			
	9	14/09/2021	12/10/2021	11240.6	28	180.26	255.3	144.42	68.77%			



Ing. Kenny Huamani Gamara
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

**REGISTRO DE ROTURAS DE
PROBETAS**

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 10/09/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

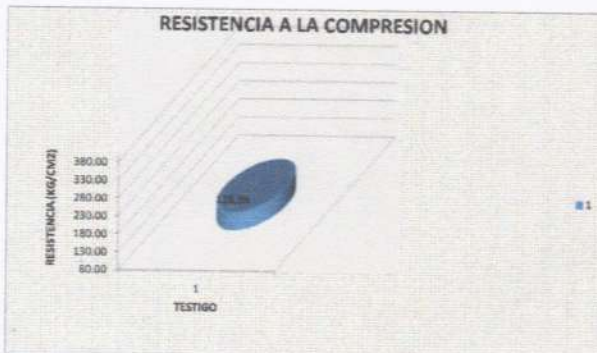
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (dias)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-1	CC -210 Muestra 1	03/09/2021	10/09/2021	7	210	228.09	15.15	128.58	61.4%	

- SI CUMPLE** La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
- EN EL RANGO** La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño
- NO CUMPLE** La resistencia de la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12158.5	30	5301.45	2293.43	corde

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-38 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 10/09/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

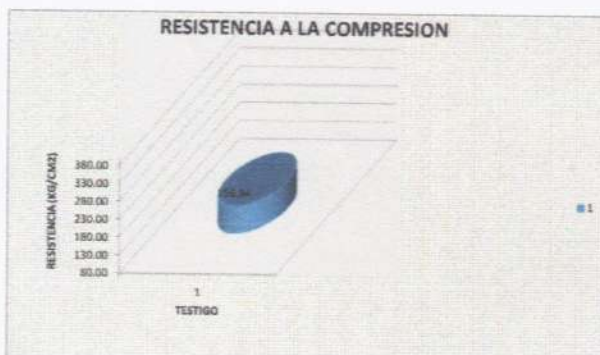
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Sirength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (dias)	DISEÑO(F' C) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	CC-210 Muestra 2	03/09/2021	10/09/2021	7	210	276.48	15.15	156.34	74.4%	

- SI CUMPLE** La resistencia de la briketa es igual o superior a la resistencia de Diseño
- EN EL RANGO** La resistencia de la briketa es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño
- NO CUMPLE** La resistencia de la briketa es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12105.5	30	5301.45	2283.43	corfe

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briketa indican que el especimen **CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2009). Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 10/09/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-3	CC-210 Muestra 3	03/09/2021	10/09/2021	7	210	264.05	15.15	149.31	71.1%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño
NO CUMPLE	La resistencia de la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12189.5	30	5301.45	2299.28	corde y cono

CONCLUSION:

El resultado de rotura de briquea indican que el espécimen **CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

INFORME N° 16/09/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANtera: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 16/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-1	Concreto Patrón 210 Muestra 1	2/09/2021	16/10/2021	14	210	312.74	15.15	176.68	84.13%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12287.50	30	5301.45	2317.76	corte

CONCLUSION:

El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 16/09/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 16/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F' C) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA (kg/cm2)		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA						%	
M-2	Concreto Patrón 210 Muestra 2	2/09/2021	16/10/2021	14	210	322.65	15.15	182.76	87.03%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12311.5	30	5301.45	2322.29	corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el especimen **CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 16/10/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

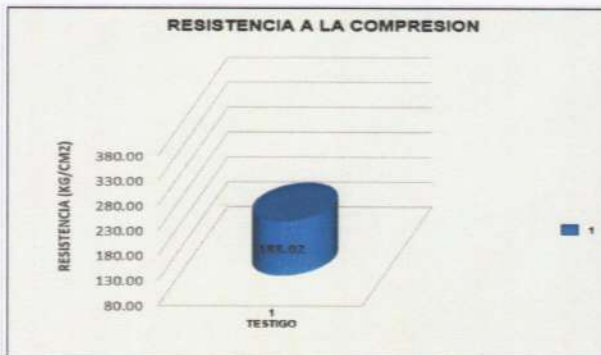
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-3	Concreto Patrón 210 Muestra 3	2/09/2021	16/10/2021	14	210	331.93	15.15	188.02	89.53%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12330.45	30	5301.45	2325.29	corte

CONCLUSION:

El resultado de rotura de briqueta indican que el especimen **CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 12/10/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

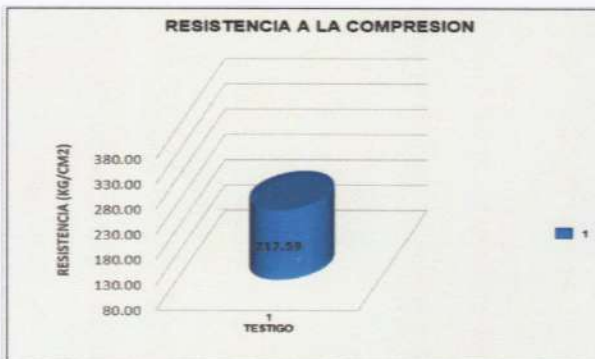
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-1	Concreto Patrón 210 Muestra 1	14/09/2021	12/10/2021	28	210	383.12	15.15	217.59	103.61%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño
NO CUMPLE	La resistencia de la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12403	30	5301.45	2339.54	Corte columnar

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 12/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

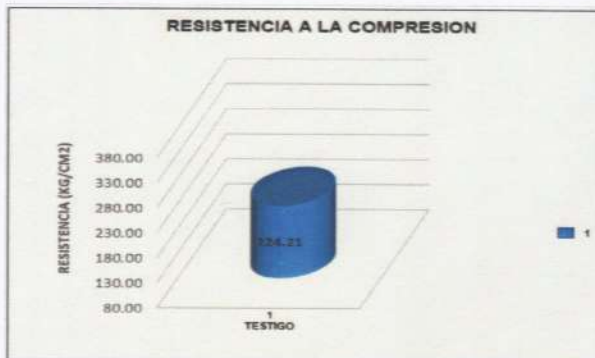
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	Concreto Patrón 210 Muestra 2	14/09/2021	12/10/2021	28	210	395.83	15.15	224.21	106.77%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño
NO CUMPLE	La resistencia de la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12335.50	30	5301.45	2326.81	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY
SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 12/10/2021
CANTERA: MURILLO
Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

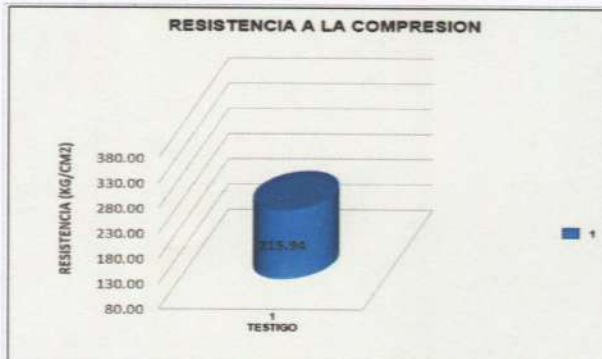
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-3	Concreto Patrón 210 Muestra 3	14/09/2021	12/10/2021	28	210	381.22	15.15	215.94	102.83%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12363.20	30	5301.45	2332.00	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el espécimen **CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACION: DISTRITO DE ABANCAY	CANtera: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 16/09/2021	
FECHA DE EMISION: 16/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

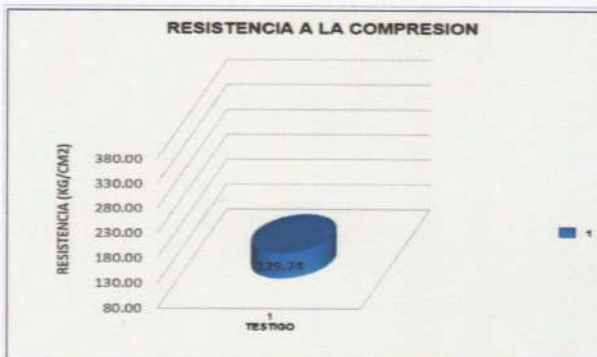
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) (kg/cm2)	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-1	5% adición de plástico Concreto 210 Muestra 1	09/09/2021	16/09/2021	7	210	229.66	15.15	129.74	61.78%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11867.0	30	5301.45	2238.44	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 16/09/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 16/09/2021
FECHA DE EMISION: 16/09/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

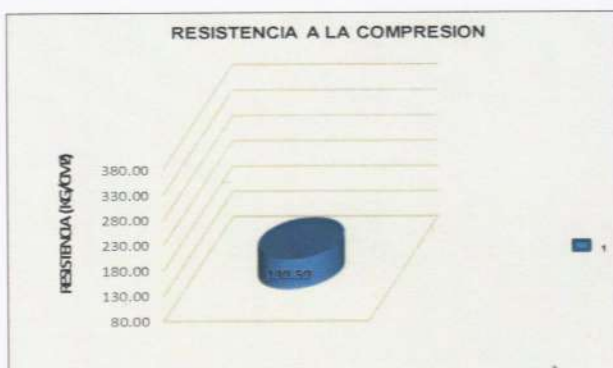
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD	DISEÑO(F'c)	DIAL	DIAMETRO	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA	(días)	kg/cm2	(KN)	(cm)	(kg/cm2)	%	
M-2	5% adición de plástico Concreto 210 Muestra 2	09/09/2021	16/09/2021	7	210	246.43	15.15	139.59	66.47%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11816.5	30	5301.45	2228.92	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamara
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 16/09/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 16/09/2021	
FECHA DE EMISION: 16/09/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

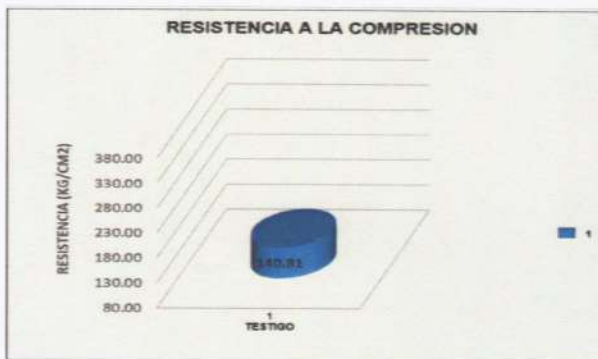
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Código ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) (kg/cm2)	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA (kg/cm2)		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA						%	
M-3	5% adición de plástico Concreto 210 Muestra 3	09/09/2021	16/09/2021	7	210	249.24	15.15	140.81	67.05%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11720.5	30	5301.45	2210.81	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **SI CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

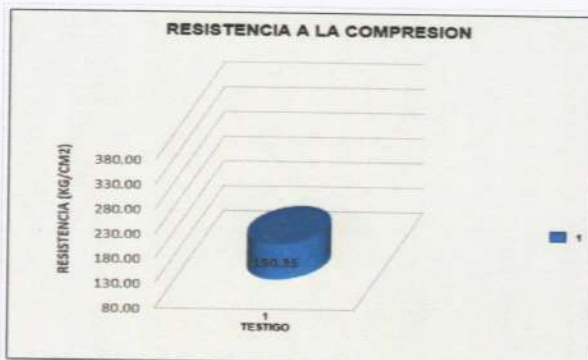
TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACION: DISTRITO DE ABANCAY
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 23/10/2021
CANTERA: MURILLO
Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.
Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA (kg/cm2)		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA						%	
M-1	5% adición de plástico Concreto 210 Muestra 1	09/09/2021	23/10/2021	14	210	265.43	15.15	150.35	71.59%	

SI CUMPLE La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11699	30	5301.45	2206.7	corde

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el espécimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANtera: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 23/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

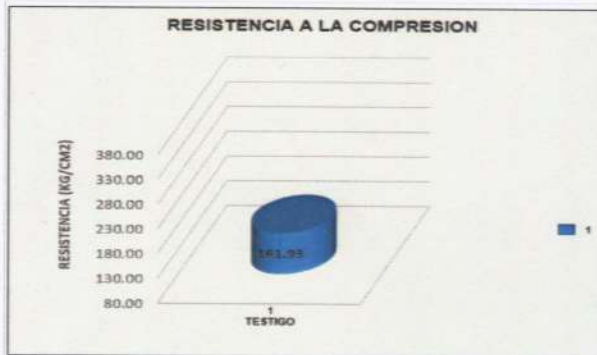
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURAVELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	5% adición de plástico Concreto 210 Muestra 2	09/09/2021	23/10/2021	14	210	285.13	15.15	161.93	77.11%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11786.5	30	5301.45	2223.3	corde

CONCLUSION:

El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANtera: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 23/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

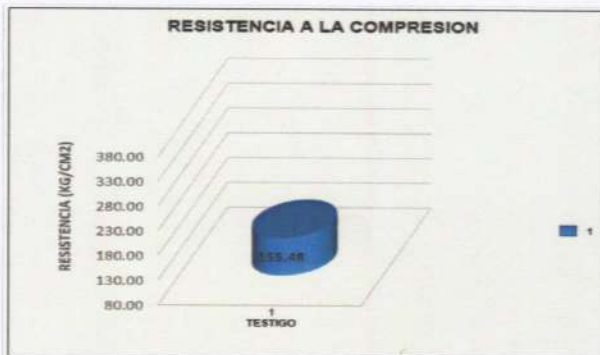
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-3	5% adición de plástico Concreto 210 Muestra 3	09/09/2021	23/10/2021	14	210	274.93	15.15	155.48	74.04%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño
NO CUMPLE	La resistencia de la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11732.2	30	5301.45	2213.01	corte

CONCLUSION:

El resultado de rotura de briquea indican que el espécimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 19/10/2021
CANTERA: MURILLO
Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

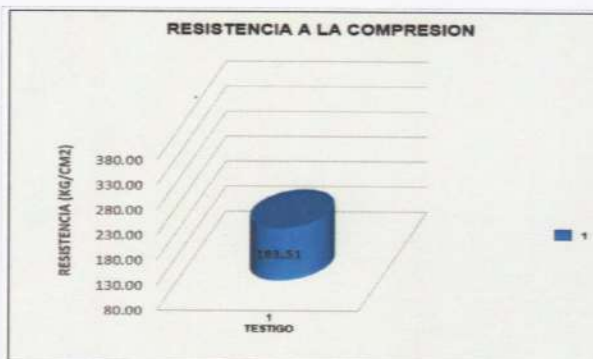
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-1	5% adición de plástico Concreto 210 Muestra 1	21/09/2021	19/10/2021	28	210	324.84	15.15	183.51	87.39%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño
NO CUMPLE	



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11827.5	30	5301.45	2230.9	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el espécimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 19/10/2021
CANTERA: MURILLO
Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

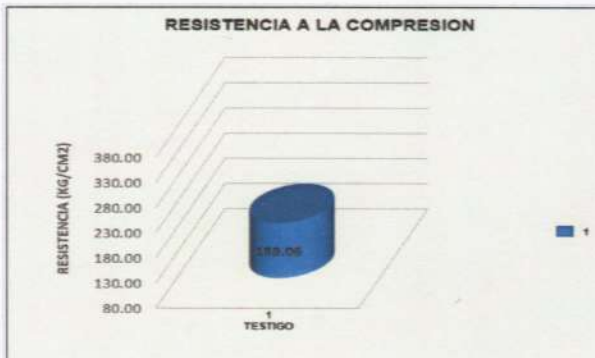
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) (kg/cm2)	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	5% adición de plástico Concreto 210 Muestra 2	21/09/2021	19/10/2021	28	210	334.65	15.15	189.06	90.03%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11902.5	30	5301.45	2245.14	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 19/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

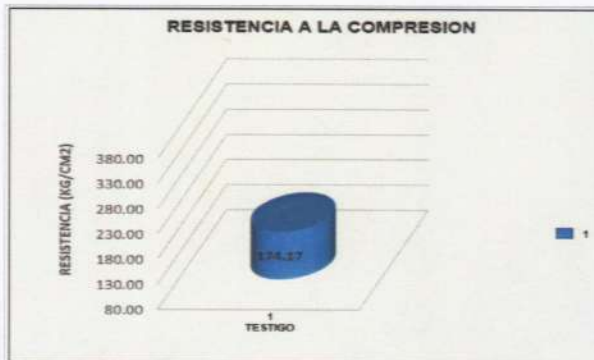
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M-2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) (kg/cm2)	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA (kg/cm2)		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA						%	
M-3	5% adición de plástico Concreto 210 Muestra 3	21/09/2021	19/10/2021	28	210	307.48	15.15	174.17	82.94%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11760	30	5301.45	2218.26	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el espécimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 10/09/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER, JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 10/09/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

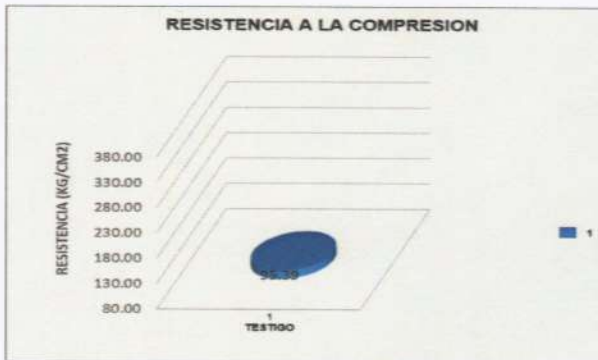
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) (kg/cm2)	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-1	10% adición de plástico Concreto 210 Muestra 1	03/09/2021	10/09/2021	7	210	167.96	15.15	95.39	45.4%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12158.5	30	5301.45	2293.43	Corte y columnar

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el espécimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamorra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 10/09/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 10/09/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

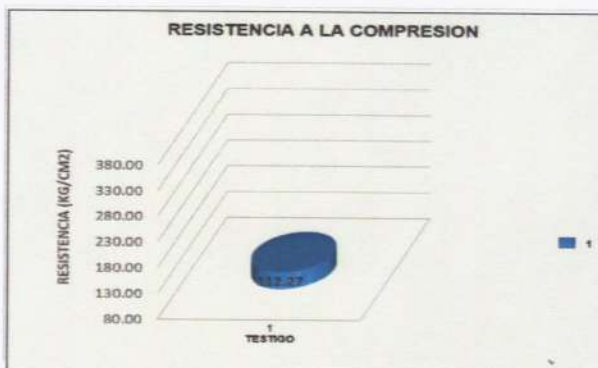
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	10% adición de plástico Concreto 210 Muestra 2	03/09/2021	10/09/2021	7	210	198.2	15.15	112.27	53.46%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12105.5	30	5301.45	2283.43	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 10/09/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 10/09/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

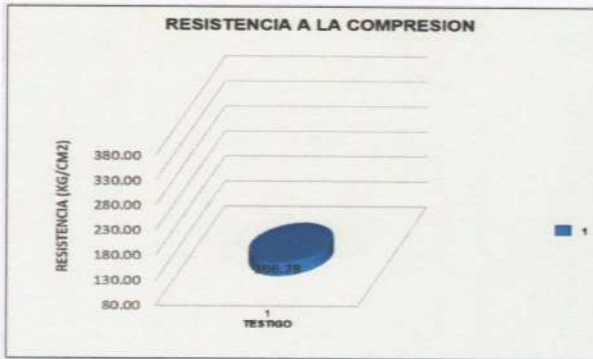
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-3	10% adición de plástico Concreto 210 Muestra 3	03/09/2021	10/09/2021	7	210	188.83	15.15	106.68	50.8%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
12189.5	30	5301.45	2299.28	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 23/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

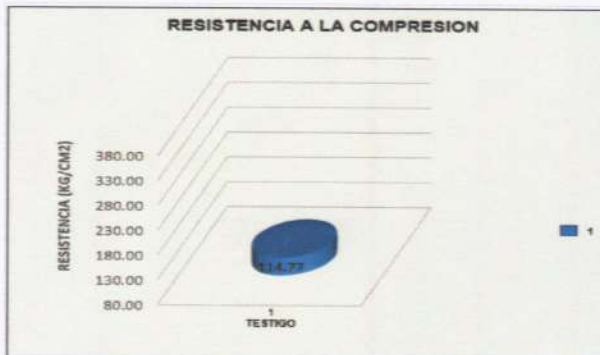
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-1	10% adicción de plástico Concreto 210 Muestra 1	09/09/2021	23/10/2021	14	210	202.62	15.15	114.77	54.65%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11317	30	5301.45	2134.70	Corte y columnar

CONCLUSION:

El resultado de rotura de briqueta indican que el espécimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 23/10/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACION: DISTRITO DE ABANCAY	CANERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 23/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

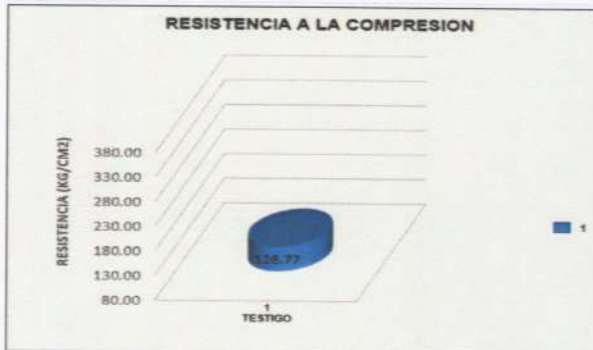
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (dias)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	10% adición de plástico Concreto 210 Muestra 2	09/09/2021	23/10/2021	14	210	227.94	15.15	128.77	61.32%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11230.5	30	5301.45	2118.38	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el espécimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANtera: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 23/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

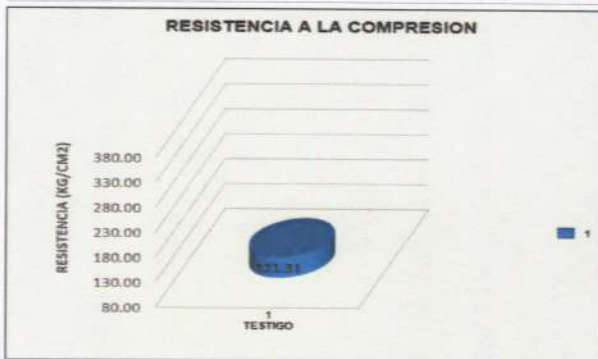
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-3	10% adición de plástico Concreto 210 Muestra 3	09/09/2021	23/10/2021	14	210	214.16	15.15	121.31	57.77%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11450.5	30	5301.45	2159.88	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el espécimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Yenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 15/10/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

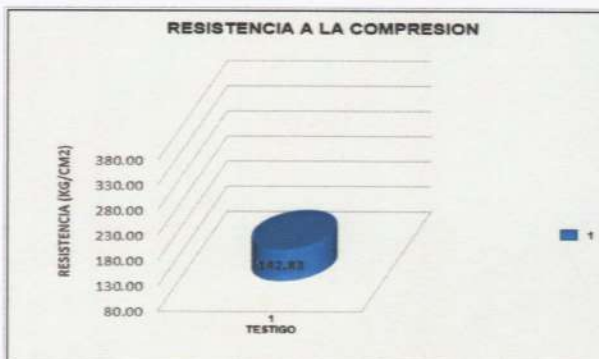
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilíndricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F' C) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-1	10% adición de plástico Concreto 210 Muestra 1	17/09/2021	15/10/2021	28	210	252.82	15.15	142.83	68.01%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño
NO CUMPLE	



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11359	30	5301.45	2142.72	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el espécimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 15/10/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACION: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 15/10/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

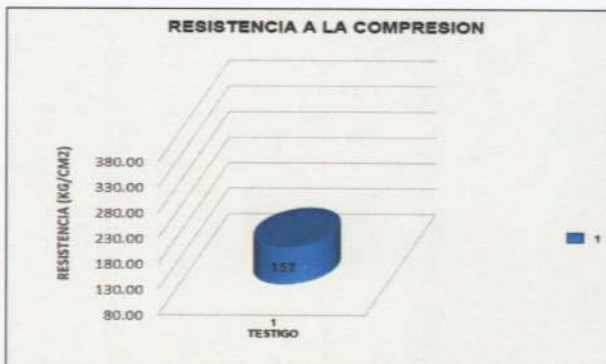
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	10% adición de plástico Concreto 210 Muestra 2	17/09/2021	15/10/2021	28	210	268.34	15,15	152.0	72.38%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11536	30	5301.45	2176.01	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER, JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 15/10/2021
FECHA DE EMISION: 15/10/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

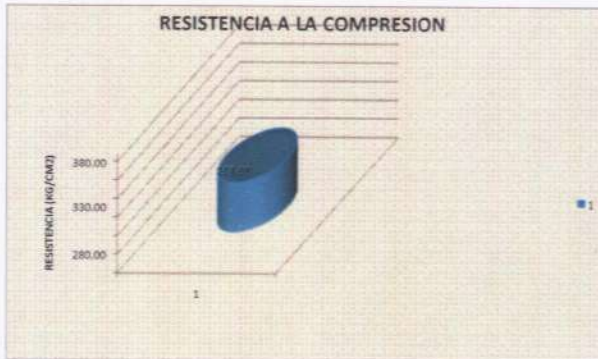
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) (kg/cm2)	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA (kg/cm2)		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA						%	
M-3	10% adición de plástico Concreto 210 Muestra 3	17/09/2021	15/10/2021	28	210	238.06	15.15	134.67	64.1%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11376	30	5301.45	2145.83	corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 10/09/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 10/09/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

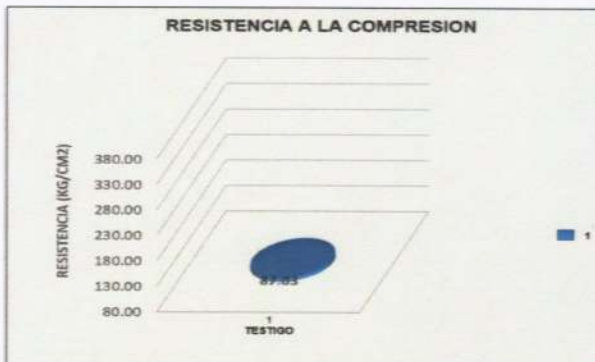
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-1	15% adicción de plástico Concreto 210 Muestra 1	03/09/2021	10/09/2021	7	210	153.64	15.15	87.03	41.4%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11005.5	30	5301.45	2075.94	Corte Y columnar

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 10/09/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANtera: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER, JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 10/09/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

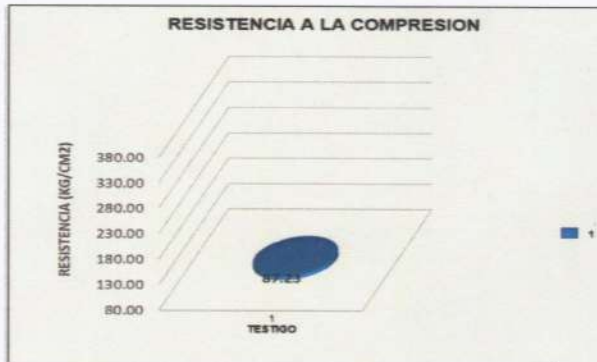
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	15% adición de plástico Concreto 210 Muestra 2	03/09/2021	10/09/2021	7	210	153.59	15.15	87.23	41.5%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
10902.5	30	5301.45	2056.51	columnar

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

INFORME N° 10/09/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 10/09/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

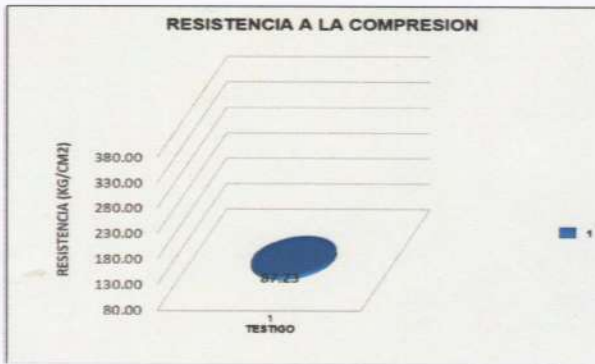
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	15% adición de plástico Concreto 210 Muestra 2	03/09/2021	10/09/2021	7	210	207.86	15.15	117.74	56.07%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueeta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueeta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueeta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11152.5	30	5301.45	2056.51	columnar

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueeta indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY	CANERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA	
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021	
FECHA DE EMISION: 18/09/2021	Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

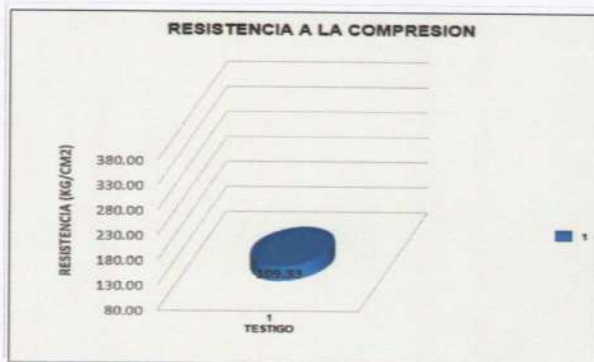
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F.C. kg/cm2)	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA (kg/cm2)		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA						%	
M-1	15% adicción de plástico Concreto 210 Muestra 1	04/09/2021	18/09/2021	14	210	193.52	15.15	109.33	52.06%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11084	30	5301.45	2090.74	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 18/09/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

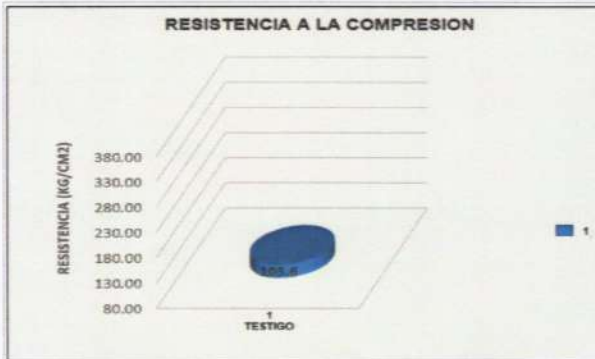
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	15% adición de plástico Concreto 210 Muestra 2	04/09/2021	18/09/2021	14	210	186.93	15.15	105.60	50.29%	

- SI CUMPLE** La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
- EN EL RANGO** La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño
- NO CUMPLE** La resistencia de la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11054.5	30	5301.45	2085.18	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el especimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

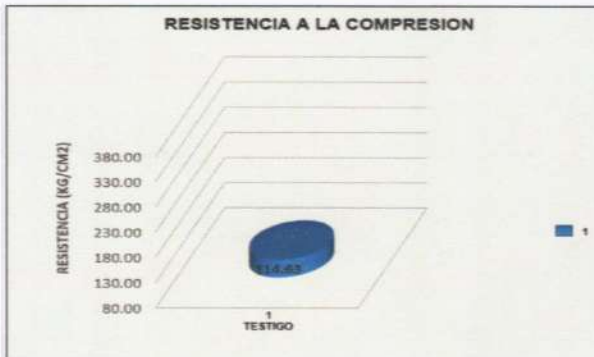
TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACIÓN: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 18/09/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.
Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD	DISEÑO(F°C)	DIAL	DIAMETRO	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA	(días)	kg/cm2	(KN)	(cm)	(kg/cm2)	%	
M-3	15% adición de plástico Concreto 210 Muestra 3	04/09/2021	18/09/2021	14	210	201.83	15.15	114.63	54.58%	

SI CUMPLE La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE La briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11055.5	30	5301.45	2085.37	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el espécimen **NO CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamorra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 12/10/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACION: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 12/10/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

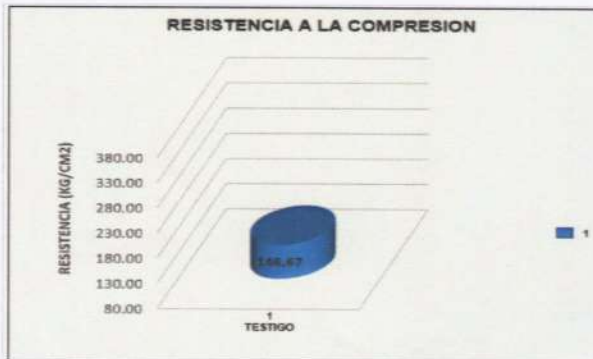
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-1	15% adición de plástico Concreto 210 Muestra 1	14/09/2021	12/10/2021	28	210	259.28	15.15	146.67	69.84%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11376	30	5301.45	2145.83	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el espécimen CUMPLE con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 12/10/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACION: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 12/10/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

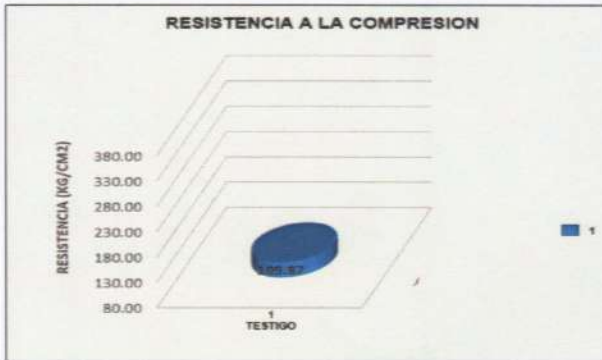
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-2	15% adición de plástico Concreto 210 Muestra 2	14/09/2021	12/10/2021	28	210	194.23	15.15	109.67	52.32%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño La resistencia de
NO CUMPLE	la briqueta es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falla.
11072.5	30	5301.45	2088.58	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briqueta indican que el especimen CUMPLE con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

INFORME N° 12/10/21-1

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
(MTC E 704 - 2000), Basado en la Norma ASTM C-39 Y AASHTO T-22

TESIS: "DETERMINACION Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO MEDIANTE ADICION DE PLASTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY"

UBICACION: DISTRITO DE ABANCAY CANTERA: MURILLO
SOLICITANTE : BACHILLER. JUAN CASTRO MANTILLA
FECHA DE RECEPCION: 10/09/2021
FECHA DE EMISION: 12/10/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

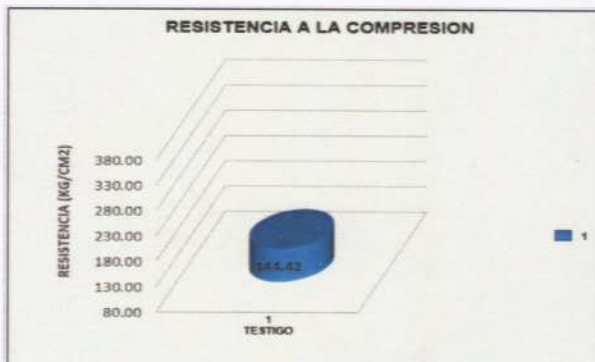
CODIGO NTP 339.034-1999
TITULO HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto.

Codigo ASTM C39/C39M -2004
TITULO Estándar Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

N° DE BRIQUETA	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO(F'c) kg/cm2	DIAL (KN)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	
M-3	15% adición de plástico Concreto-210 Muestra 3	14/09/2021	12/10/2021	28	210	255.30	15.15	144.42	68.77%	

SI CUMPLE	La resistencia de la briquea es igual o superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briquea es igual o superior al 85% de la resistencia de Diseño
NO CUMPLE	La resistencia de la briquea es inferior al 85% de la resistencia de Diseño



DATOS ADICIONALES				
PESO DEL TESTIGO (gr)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Tipo de Falta.
11240.6	30	5301.45	2120.29	Corte

CONCLUSION:
El resultado de rotura de briquea indican que el espécimen **CUMPLE** con la resistencia a la edad de Rotura.

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP: 130033

**CERTIFICADO DE
CALIBRACION DE EQUIPOS
UTILIZADOS**



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-23312-005 R0

Page / Pág. 1 de 5

Equipo MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Instrument

Fabricante S Y S
Manufacturer

Modelo STYLE-2000
Model

Número de Serie 170759
Serial Number

Identificación Interna NO PRESENTA
Internal Identification

Capacidad Máxima 1000 kN
Maximum Capacity

Solicitante HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE
Customer RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección JR.LAS AZUCENAS NRO. S/N ASC. SANTA ROSA (1
Address CDR. CLINAC. SAN BORJA C4P PORTON PLOM)
APURIMAC- ABANCAY- ABANCAY
Ciudad ABANCAY
City

Fecha de Calibración 2021 - 04 - 29
Date of calibration

Fecha de Emisión 2021 - 05 - 12
Date of issue

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 05
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Métrólogo Laboratorio de Metrología

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.



DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	3,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	KAL 1MN
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,5
División de Escala	0,01 kN	Número de Serie	HV325-911250
Resolución	0,01 kN	Certificado de Calibración	5047 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2023-02-03
Límite Inferior de la Escala	0,67 kN		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
	S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S ₂ ' No Aplica	S ₃ Ascendente	S ₄ No Aplica	Promedio S _{1,2 y 3}
%	kN	kN	---	kN	---	kN
10	100,00	102,63	---	104,63	---	103,63
20	200,00	204,40	---	205,50	---	204,90
30	300,00	305,88	---	306,58	---	306,09
40	400,00	406,80	---	407,75	---	406,80
50	500,00	506,73	---	505,73	---	505,86
60	600,00	606,90	---	607,00	---	606,73
70	700,00	707,18	---	707,28	---	707,21
80	800,00	807,15	---	807,35	---	807,05
90	900,00	906,52	---	906,57	---	906,54
100	1 000,00	1 006,7	---	1 006,6	---	1 006,6

LM-PC-05-F-01 R12.1



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

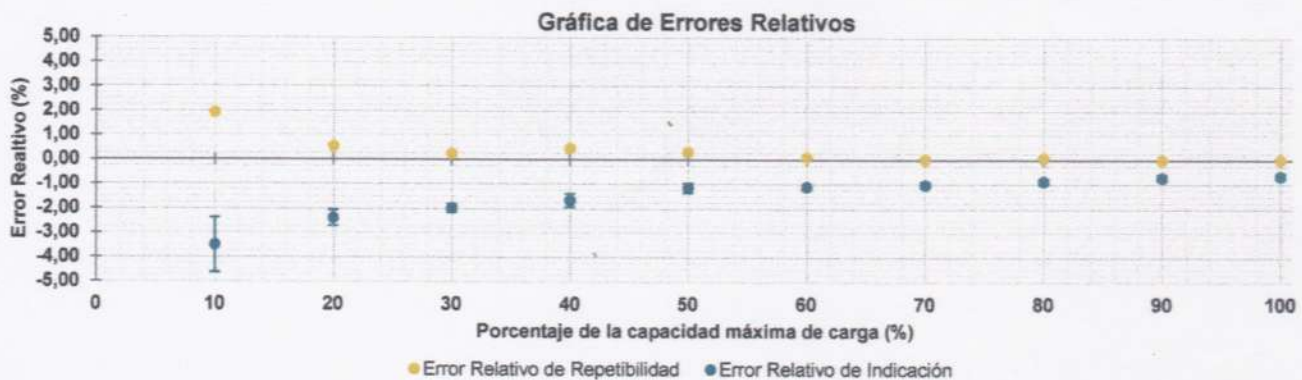
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC %	Indicación kN	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ ----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kN	%	
10	100,00	-3,5	1,9	---	0,010	1,1	1,1	2,01
20	200,00	-2,39	0,54	---	0,005	0,64	0,32	2,01
30	300,00	-1,99	0,25	---	0,003	0,51	0,17	2,01
40	400,00	-1,67	0,47	---	0,003	1,1	0,28	2,01
50	500,00	-1,16	0,32	---	0,002	0,98	0,20	2,01
60	600,00	-1,11	0,12	---	0,002	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-1,02	0,01	---	0,001	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,87	0,09	---	0,001	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,72	0,01	---	0,001	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,66	0,02	---	0,001	1,1	0,11	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO de la empresa HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA ubicada en ABANCAY. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 17,6 °C
Humedad Relativa Máxima: 60 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 17,1 °C
Humedad Relativa Mínima: 59 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.1



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
2,11080 E00	1,01828 E00	-2,25366 E-05	8,76690 E-09		1,0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	103,72	113,86	124,00	134,13	144,25
150,00	154,38	164,49	174,61	184,72	194,83
200,00	204,94	215,04	225,13	235,23	245,32
250,00	255,41	265,49	275,58	285,65	295,73
300,00	305,80	315,87	325,94	336,00	346,07
350,00	356,12	366,18	376,23	386,28	396,33
400,00	406,38	416,42	426,46	436,50	446,54
450,00	456,57	466,60	476,63	486,66	496,69
500,00	506,71	516,73	526,76	536,77	546,79
550,00	556,81	566,82	576,83	586,84	596,85
600,00	606,86	616,87	626,87	636,87	646,88
650,00	656,88	666,88	676,88	686,88	696,87
700,00	706,87	716,87	726,86	736,86	746,85
750,00	756,84	766,83	776,83	786,82	796,81
800,00	806,80	816,79	826,78	836,77	846,76
850,00	856,75	866,74	876,73	886,72	896,71
900,00	906,70	916,69	926,68	936,67	946,66
950,00	956,65	966,65	976,64	986,63	996,63
1 000,00	1 006,6				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	103,63	103,72	0,09
200,00	204,90	204,94	0,03
300,00	306,09	305,80	- 0,29
400,00	406,80	406,38	- 0,42
500,00	505,86	506,71	0,85
600,00	606,73	606,86	0,12
700,00	707,21	706,87	- 0,34
800,00	807,05	806,80	- 0,25
900,00	906,54	906,70	0,16
1 000,00	1 006,6	1 006,6	0,02



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23312-005

Fin del Certificado



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-389

Fecha: 2021-05-03

Pág. 1 de 2

Solicitante: HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección: JR. LAS AZUCENAS NRO. S/N ASC. SANTA ROSA(1 CDR. CLINAC. SAN BORJA C4P PORTON PLOM)APURIMAC-ABANCAY- ABANCAY
Ciudad: ABANCAY
Fecha de Calibración: 2021-04-28
Instrumento / Tipo: MÁQUINA DE LOS ÁNGELES
Fabricante: PINZUAR
Modelo / Serie : PC 117 / 1250
Código de identificación : NO INDICA
Instrumentos Utilizados : Cronómetro / LTF-C-169-2019 INACAL
 Pie de Rey Digital / L-20171-003 Pinzuar Ltda

Método de Medición :

Determinación del tiempo / vuelta

Tiempo min	Vueltas 1	Vueltas 2	Vueltas 3	Promedio	Tiempo / Vuelta	Error de Repetibilidad
	Número	Número	Número	(N1+N2+N3)/3		
	#	#	#	#	seg	%
1	31	31	31	31,0	1,94	0,00
3	94	94	95	94,3	1,91	1,06
5	157	157	158	157,3	1,91	0,64
7	219	219	220	219,3	1,91	0,46
9	282	282	283	282,3	1,91	0,35
11	345	345	346	345,3	1,91	0,29
13	407	407	408	407,3	1,91	0,25
15	470	470	471	470,3	1,91	0,21

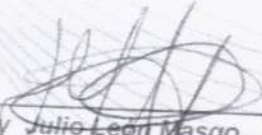

 Henry Julio León Masgo
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

(*) Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
 Pinzuar Ltda. No se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento



Determinación del peso y dimensiones de las esferas

Esferas maquina de los ángeles				
No. Serie	Peso (g)	Diámetro 1	Diámetro 2	Promedio (mm)
Esfera	390 g a 445 g ± 1g	(mm)	(mm)	mm
1	412,98	46,64	46,71	46,68
2	414,68	46,70	46,74	46,72
3	413,10	46,53	46,58	46,56
4	415,79	46,82	46,71	46,77
5	414,71	46,66	46,61	46,64
6	414,08	46,77	46,72	46,75
7	415,42	46,48	46,53	46,51
8	414,78	46,74	46,73	46,74
9	415,08	46,64	46,69	46,67
10	414,82	46,50	46,58	46,54
11	411,27	46,77	46,76	46,77
12	414,67	46,88	46,84	46,86
Masa Total	4 971,4	5 000 g ± 25 g		


Henry Julio León Masgo
Metrólogo Laboratorio de Metrología

(*) Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
Pinzuar Ltda. No se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.



Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

T-23312-004 R0

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
Modelo <i>Model</i>	PT-1901
Número de Serie <i>Serial Number</i>	107
Identificación Interna <i>Internal Identifier</i>	NO INDICA
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	40 °C a 200 °C
Solicitante <i>Customer</i>	HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección <i>Address</i>	JR.LAS AZUCENAS NRO. S/N ASC. SANTA ROSA(1 CDR. CLINAC. SAN BORJA C4P PORTON PLOM)APURIMAC- ABANCAY- ABANCAY
Ciudad <i>City</i>	APURIMAC - ABANCAY
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2021 - 04 - 27
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2021 - 05 - 12

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LMPC-21-F-01-R7.2





DATOS TÉCNICOS

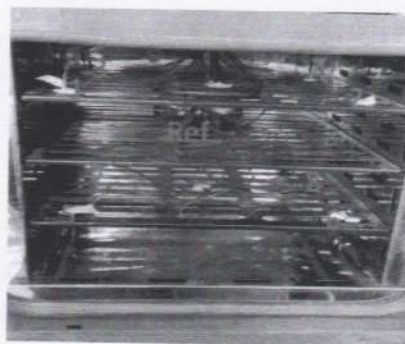
Método Empleado Comparación Directa
Documento de Referencia DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010
Resolución 0,01 °C
Patrón(es) de referencia Termómetro Digital
Certificado de Calibración T-21368-001 R0 de Pinzuar
Volumen útil 80

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isoterma en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$K_{IP}=95,46\%$
109,9	110,0	-0,1	4,0	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfica 1. Ubicación de los sensores

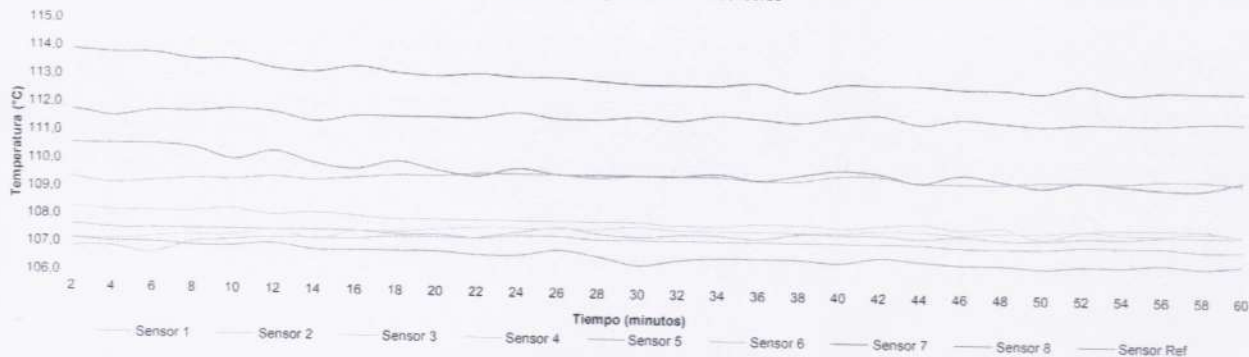
Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
110,00	0,87	3,30	0,60	-----

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
107,39	107,40	108,01	107,61	106,79	109,55	113,16	111,70	109,86

Tabla 3. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. Estabilidad y uniformidad del medio



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue LABORATORIO DE HKCONSTRUCTORES E.I.R.L.. Durante la calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima 17,5 °C
Temperatura Mínima 17,0 °C

Humedad Máxima 59 %HR
Humedad Mínima 58 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CONTACTO

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

Nombre KENNY GAMARRA
Organización GERENTE GENERAL
Correo Electrónico HKCONSTRUCTORA@HOTMAIL.COM

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-23312-004

Fin del Documento



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-23312-002 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS
Modelo <i>Model</i>	R31P15
Número de Serie <i>Serial Number</i>	8336190055
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO INDICA
Carga Máxima <i>Maximum load</i>	15000 g
Solicitante <i>Customer</i>	HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección <i>Address</i>	JR.LAS AZUCENAS NRO. S/N ASC. SANTA ROSA(1 CDR. CLINAC. SAN BORJA C4P PORTON PLOM)
Ciudad <i>City</i>	APURIMAC- ABANCAY- ABANCAY
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 04 - 27
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 05 - 10

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

04

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-04-F-01 R72



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	8336190055
Identificación Interna	NO INDICA
Resolución	0,5 g
Intervalo Calibrado	1 g a 15000 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas y tipo láminas
Clase de exactitud	F1 / F1
Certificado No.	M-4689 Unión Metroológica / M-20632-001 PINZUAR / CAP-938-20 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k^1 p=95,45% -----
1,00	1,0	1,0	0,00	0,00	0,66	2,10
500,00	500,0	500,5	0,00	0,50	0,67	2,10
1 000,00	1 000,0	1 000,5	0,00	0,50	0,67	2,10
2 000,00	2 000,0	2 000,5	0,00	0,50	0,67	2,10
4 000,01	4 000,0	4 000,5	-0,01	0,49	0,70	2,08
5 000,02	5 000,0	5 000,0	-0,02	-0,02	0,72	2,07
7 000,02	7 000,0	7 000,0	-0,02	-0,02	0,77	2,05
10 000,01	10 000,0	10 000,0	-0,01	-0,01	0,87	2,03
12 000,01	12 000,0	12 000,0	-0,01	-0,01	0,95	2,02
15 000,0	15 000,0	14 999,5	0,0	-0,5	1,1	2,02

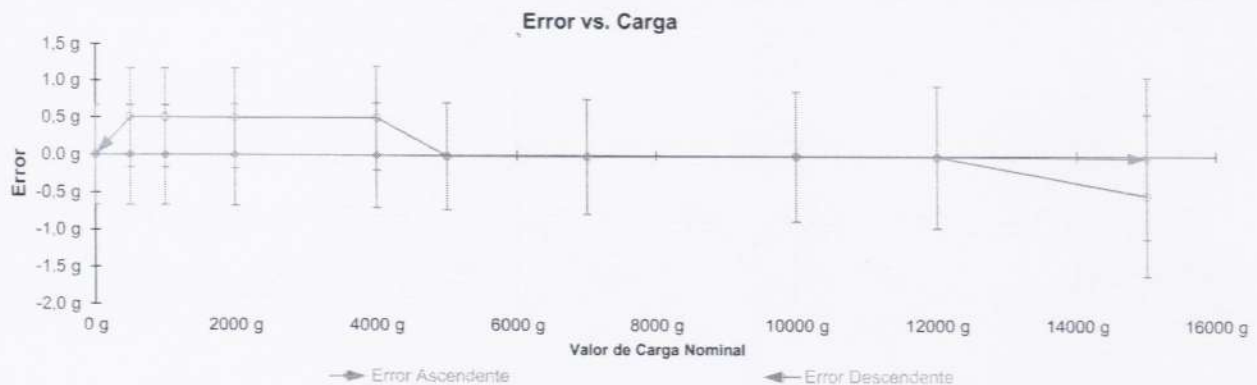


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura

LM-PC-24-F-01 R7.2



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 5000 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
-----	g	g
1	5 000,0	-----
2	4 999,5	- 0,5
3	5 000,0	0,0
4	5 000,0	0,0
5	5 000,0	0,0
Diferencia máxima respecto al centro		0,5

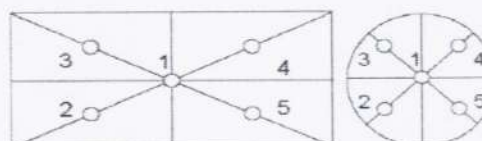


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	7500 g	15000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	7 500,0	15 000,0
2	7 500,0	15 000,0
3	7 499,5	15 000,0
4	7 500,0	15 000,0
5	7 500,0	15 000,0
6	7 500,0	15 000,5
7	7 499,5	15 000,0
8	7 500,0	15 000,0
9	7 499,5	15 000,5
10	7 500,0	15 000,0
Desviación Estándar	0,242 g	0,211 g

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue LABORATORIO, HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA.; ABANCA Y. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	19,0 °C	Temperatura Mínima:	18,5 °C
Humedad Máxima:	53 % HR	Humedad Mínima:	52 % HR
Presión Barométrica Máxima:	997,0 hPa	Presión Barométrica Mínima:	994,0 hPa



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{approx}} \quad E_{\text{approx}} = -1,64 E-06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,00 E-01 + 6,68 E-09 R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No. M-23312-002**

Fin del Certificado