

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL: DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

**Influencia de la precipitación pluvial en la resistencia del concreto $f'c = 210$
 kg/cm^2 en las construcciones de Abancay- Apurímac, 2023**

Asesor:

Dr. Soto Palomino Wilfredo

Autor:

Quispe Chipa Celestina

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero civil

Abancay – Apurímac – Perú

2024



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N°033-2024-EPIC-FI- UTEA- SA

Reunidos el Jurado Evaluador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| ➤ MSc. Ing. Angel MALDONADO MENDÍVIL | PRESIDENTE |
| ➤ Ing. Marco Antonio MORALES HOLGUIN | DICTAMINANTE |
| ➤ Ph.D. Abbon Alex VÁZQUEZ RAMÍREZ | REPLICANTE |


y el (la) postulante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (a) CIVIL,
Bachiller: **QUISPE CHIPA, Celestina** con código de matrícula N°201700748-H.


Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, aprobado mediante resolución del Vicerrectorado Académico N°002-2024-UTEA-VRAC, de fecha 23 de enero del año 2024, respecto a la sustentación de tesis, para optar al título profesional de Ingeniero Civil.


SUSTENTACIÓN DE TESIS titulado: "Influencia de la precipitación pluvial en la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay- Apurímac, 2023", habiendo aprobado con la nota de catorce (14).

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 298.

Abancay, 24 de octubre 2024.


MSc. Ing. Angel MALDONADO MENDÍVIL
PRESIDENTE


Ing. Marco Antonio MORALES HOLGUIN
DICTAMINANTE


Ph.D. Abbon Alex VÁZQUEZ RAMÍREZ
REPLICANTE

Influencia de la precipitación pluvial en la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² en las construcciones de Abancay - Apurímac, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	20%	3%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y Nombres	: Quispe Chipa Celestina
Tipo de Documento de Identidad	: D.N.I
Número de Documento de Identidad	: 74764232
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0000-6423-965X
Datos del Asesor	
Apellidos y Nombres	: Soto Palomino Wilfredo
Tipo de Documento de Identidad	: D.N.I
Número de Documento de Identidad	: 41934951
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0001-5926-8077
Datos de Investigación	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Ingeniería civil
Línea de Investigación	: Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	: 1 año
Fuente de Financiamiento	: Financiamiento propio
Porcentaje de similitud	: 20%
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

Dedico mi tesis con todo mi corazón a mis padres, **Luis Quispe Contreras** e **Inés Chipa Marcani**, por el apoyo incondicional, que, con ejemplo de honestidad, esfuerzo y perseverancia, les debo lo que hoy soy, por su consejos y lecciones de vida. Y así mismo a cada uno de mis hermanos por su constante devoción, enseñanza y sabiduría, quienes me animaron a seguir adelante y cumplir mis sueños en cada momento de mi formación profesional.

También dedico a una persona muy especial para mí, **David Allcca Caichihua** quien estuvo ahí en el proceso de mis logros hasta llegar a la meta.

CELESTINA QUISPE CHIPA

Agradecimientos

Gracias Dios por darme la sabiduría y la fuerza que me diste para alcanzar mis metas.

A cada uno de los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica de los Andes, por brindarme experiencia y conocimiento durante mi educación académica.

Al Msc.Ing. **Danny Daniel Saavedra Ore**, quien me ha brindado experiencia y conocimiento en todo este proceso y por su apoyo incondicional, sin su ayuda nada de esto sería posible.

A mí misma por el esfuerzo, dedicación y perseverancia que lo puse hasta lograr cada uno de mis objetivos.

Resumen

La finalidad de este proyecto de investigación es evaluar la influencia de la precipitación pluvial en la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en diferentes intensidades de lluvia (leve, moderada y fuerte) en las construcciones de Abancay.

Se realizó una herramienta para la simulación de los tipos de lluvias, leve, moderada y fuerte sometidos en la edad de los 7,14,21 y 28 días con un total de 48 muestras.

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA), en la edad de los 28 días el concreto fresco, sin influencia a la precipitación pluvial llega a una resistencia de 221.08 kg/cm^2 , superando el diseño establecido en un 5%, en una lluvia Leve llega a una resistencia de 183.04 kg/cm^2 disminuyendo su resistencia en un 12%, en una lluvia Moderada llega a una resistencia de 150.53 kg/cm^2 reduciendo su resistencia en un 28%, en una lluvia Fuerte alcanzó a una resistencia de 112.94 kg/cm^2 , reduciendo su resistencia en 45 % de la resistencia del diseño, entonces la precipitación pluvial, si, influye en la pasta del concreto fresco.

Los valores obtenidos de las pruebas de resistencia del concreto a distintas edades evidencian una relación negativa entre la intensidad de la lluvia y la resistencia del concreto. A los 7, 14, 21 y 28 días de edad, el concreto expuesto a lluvias leve, moderadas y fuertes muestra reducciones significativas en la resistencia en comparación con el concreto sin influencia de la lluvia.

Palabras claves: Precipitación, Influencia, Resistencia a la compresión, Lluvia, Intensidad.

Abstract

The purpose of this research project is to evaluate the influence of rainfall on the resistance $f'c=210\text{kg/cm}^2$ in different rainfall intensities (light, moderate and heavy) in the constructions of Abancay.

A tool was developed to simulate the types of rainfall, light, moderate and heavy, at the ages of 7, 14, 21 and 28 days with a total of 48 samples.

The results of the analysis of variance (ANOVA), in the age of 28 days the fresh concrete, without influence to the pluvial precipitation reaches a resistance of 221.08 kg/cm^2 , surpassing the established design in a 5%, in a light rain it reaches a resistance of 183.04 kg/cm^2 , decreasing its resistance. 04 kg/cm^2 reducing its resistance by 12%, in a moderate rainfall it reaches a resistance of 150.53 kg/cm^2 reducing its resistance by 28%, in a heavy rainfall it reaches a resistance of 112.94 kg/cm^2 , reducing its resistance by 45% of the design resistance, then the pluvial precipitation, yes, influences the paste of the fresh concrete.

The values obtained from the concrete strength tests at different ages show a negative relationship between rainfall intensity and concrete strength. At 7, 14, 21 and 28 days of age, concrete exposed to light, moderate and heavy rainfall shows significant reductions in strength compared to concrete with no influence of rainfall.

Key words: Precipitation, Influence, Compressive strength, Rainfall, Intensity.

Índice general

Portada	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de similitud.....	iii
Metadatos.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
Índice general	ix
Índice de Tablas	xi
Índice de figuras	xiv
Índice de Anexos.....	xvii
I. Introducción	18
II. Planteamiento del problema.....	19
2.1. Descripción y formulación del problema	19
2.2. Objetivos	20
2.2.1. Objetivo general.....	20
2.2.2. Objetivos Específicos.....	20
2.3. Justificación e importancia	21
2.4. Hipótesis	21
2.5. Variables	22
III. Marco teórico	23

3.1. Antecedentes	23
3.2. Bases teóricas	28
3.3. Definición de términos	30
IV. Metodología	32
4.1. Tipo y nivel de investigación	32
4.2. Ámbito temporal y espacial	34
4.3. Población y muestra	34
4.4. Instrumentos.....	36
4.5. Procedimientos	37
4.6. Análisis de datos.....	37
4.7. Consideraciones éticas	37
V. Resultados y discusión.....	37
VI. Conclusiones.....	102
VII. Recomendaciones	104
VIII. Referencias	105
IX. Anexos	108

Índice de Tablas

Tabla 1	Dimensión de Intensidad de la lluvia.....	29
Tabla 2	Población.....	34
Tabla 3	Datos de la Muestra	35
Tabla 4	Fichas de ensayo	36
Tabla 5	Dosificación de la lluvia	43
Tabla 6	Relación entre VI y VD.....	43
Tabla 7	Pruebas del funcionamiento	44
Tabla 8	Análisis granulométrico por lavado y tamizado del agregado grueso	47
Tabla 9	Contenido de Humedad.....	50
Tabla 10	Peso unitario suelto y vacíos del agregado grueso	51
Tabla 11	Peso unitario varillado y vacíos del agregado grueso	52
Tabla 12	Peso específico y absorción del agregado grueso	53
Tabla 13	Análisis granulométrico por lavado y tamizado de arena fina.....	56
Tabla 14	Contenido de humedad del agregado fino	58
Tabla 15	Peso unitario suelto y vacíos del agregado fino.....	59
Tabla 16	Peso unitario varillado y vacíos del agregado.....	60
Tabla 17	Gravedad específica y absorción del agregado grueso	61
Tabla 18	Resumen de los ensayos	62
Tabla 19	Características de los agregados.....	63
Tabla 20	Proporcionamiento del diseño.....	66
Tabla 21	Resultados del laboratorio de la rotura de briquetas en la edad de los 7 días en 15 min,30min y 45 min.....	74
Tabla 22	Resultados del laboratorio de la rotura de briquetas en la edad de los 14 días en 15 min,30 min y 45 min.....	76
Tabla 23	Resultados del laboratorio de la rotura de briquetas en la edad de los 21 días en 15 min,30min y 45 min.....	78

Tabla 24 Resultados del laboratorio de la rotura de briquetas en la edad de los 28 días en 15 min,30 min y 45 min.....	80
Tabla 25 Comparación de promedios de la resistencia a compresión con influencia y sin influencia	82
Tabla 26 Datos y estadísticos principales de la resistencia a la edad de 7 días(kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	84
Tabla 27 Análisis de varianza de los promedios de la Resistencia a la edad de 7 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	85
Tabla 28 Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de 7 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia	86
Tabla 29 Datos estadísticos principales de la Resistencia a la edad de 14 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	87
Tabla 30 Análisis de varianza de los promedios de la Resistencia a la edad de 14 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	89
Tabla 31 Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de 14 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia	89
Tabla 32 Datos estadísticos principales de la Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	91
Tabla 33 Análisis de varianza de los promedios de la Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	92
Tabla 34 Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia	93
Tabla 35 Datos y estadísticos principales de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	94
Tabla 36 Análisis de varianza de los promedios de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	95
Tabla 37 Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia	96

Tabla 38 Análisis de varianza de la regresión lineal: Intensidad de lluvia y resistencia del concreto $f'c=210$ en las construcciones de Abancay	99
Tabla 39 Resultados del análisis de regresión lineal entre la Intensidad de lluvia y resistencia del concreto $f'c=210$ en las construcciones de Abancay	100

Índice de figuras

Figura 1 Flujograma de procedimiento experimental.....	33
Figura 2 Simulador Portátil en AUTOCAT	38
Figura 3 Fabricación y elaboración del tanque de almacenamiento de agua	39
Figura 4 Plancha metálica para colocar las agujas cat.....	39
Figura 5 Estructura de apoyo del simulador de lluvia y colocado de la plancha.....	40
Figura 6 Simulador Portátil.....	40
Figura 7 Muestreo del agregado de la cantera Murillo	45
Figura 8 Análisis granulométrico	46
Figura 9 Ensayo de Análisis granulométrico.....	46
Figura 10 Curva granulométrica del agregado grueso	47
Figura 11 Contenido de humedad	48
Figura 12 Ensayo de contenido de humedad	49
Figura 13 Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado grueso.....	50
Figura 14 Peso específico, gravedad especifica y absorción del agregado	53
Figura 15 Muestreo del agregado fino	54
Figura 16 Análisis granulométrico por Tamizado MTC E204-2016	55
Figura 17 Curva granulométrico del agregado fino.....	56
Figura 18 Contenido de humedad	57
Figura 19 Diseño de Mezcla	67
Figura 20 Moldes de briquetas.....	68
Figura 21 Moldes con mezcla de concreto	68
Figura 22 Probetas de concreto terminadas de elaborar	69
Figura 23 Simulador artificial de lluvia, en proceso de funcionamiento.....	69
Figura 24 Moldes de briquetas con mezcla de concreto sometidos al simulador portátil en tiempos de 15 min,30min y 45 min.....	70
Figura 25 Proceso de desmoldación de las briquetas después de 24 horas.....	71

Figura 26 Proceso del curado de probetas después del desencofrado de los moldes en un tiempo de 24 horas.....	71
Figura 27 Prueba de resistencia a la compresión del hormigón	72
Figura 28 Proceso de rotura de briquetas en la maquina a compresión.....	73
Figura 29 Resultado de la resistencia a la compresión en la edad de los 7 días	75
Figura 30 Resultados de barras de la resistencia a compresión en la edad de los 7 días.	75
Figura 31 Resultado de la resistencia a compresión en los 14 días	77
Figura 32 Resultados en barras de la resistencia a compresión en la edad de los 14 días.....	77
Figura 33 Resultados de la resistencia a compresión en los 21 días	79
Figura 34 Resultados en barras de la resistencia a compresión en la edad de los 21 días.....	79
Figura 35 Resultados de la resistencia a compresión en los 28 días	81
Figura 36 Resultados en barras de la resistencia a compresión en la edad de los 28 días.....	81
Figura 37 Gráfico de comparación de la resistencia a compresión de los 7,14,21 y 28 días.....	82
Figura 38 Promedios de la Resistencia a la edad de 7 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	85
Figura 39 Promedios de la Resistencia a la edad de 14 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	88
Figura 40 Promedios de la Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	92
Figura 41 Promedios de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm ²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.....	95
Figura 42 Resistencia del concreto f'c=210 a diferentes edades (7, 14, 21 y 28 días)	97

Figura 43 Representación gráfica de la regresión lineal de Intensidad de lluvia frente a la resistencia a la compresión del concreto a una edad de 28 días en las construcciones de Abancay99

Índice de Anexos

Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	109
Anexo 2. Matriz de Operacionalización de variables	110
Anexo 3. Certificado de Calibración SMF – 020 -2023	111
Anexo 4. Resultado de estudio de Agregados.....	111
Anexo 5. Resultado de rotura de Probetas.....	111
Anexo 6. Panel Fotográfico	111

I. Introducción

Este proyecto de investigación “Influencia de la precipitación pluvial en la resistencia del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en las construcciones de Abancay- Apurímac ,2023”, el cual surge de la siguiente pregunta ¿Cómo Influye la precipitación pluvial en la resistencia del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay, Apurímac,2023?. Se fijó como objetivo general evaluar la influencia de la precipitación pluvial en la resistencia $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay - Apurímac,2023.

La importancia de este estudio de investigación, es demostrar la influencia que produce la lluvia en el concreto fresco en las construcciones de Abancay. Es por ello que este estudio de investigación se realizó de manera experimental a los 7 días, 14 días, 21 días y 28 días en el concreto fresco. Este proyecto de investigación es inédito debido a que se cuentan con pocos estudios de investigación que evalúen la influencia de la lluvia en las construcciones de cualquier tipo de obra, y tienen pocas investigaciones en el Perú. En Abancay es importante y fundamental realizar esta investigación que permitirá proponer nuevos procesos constructivos durante la temporada de lluvias en los meses de febrero-marzo.

Se analizó la influencia de la lluvia en tiempos diferentes en la mezcla fresca del concreto para las construcciones de Abancay utilizando un simulador portátil de lluvias que fueron sometidos moldes de briquetas en diferentes tipos de lluvias, leve, moderada y fuerte y es así como se obtuvo los resultados de su resistencia en el laboratorio

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

Bélgica, Holanda, Luxemburgo, Suiza y Australia, el Servicio Meteorológico Nacional de Alemania (SENAMHI), informo que, durante el año 2021, la época de lluvia de enero a marzo se tiene un promedio de 100 y 150 mm de intensidad durante 24 horas, causando daños estructurales, pérdidas en la agricultura e inundaciones de viviendas. (Perez, 2016), así mismo en Sudamérica, Argentina, sur de Chile y norte de Perú, las lluvias han sido fuertes en febrero y marzo, producto del fenómeno del Niño Costero .

Según ONU (2022), las lluvias han aumentado en el Perú debido al calentamiento global. Estos incrementos de lluvia se han concentrado en febrero y marzo (SENAMHI 2022), p.20.En Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad las lluvias fueron intensas durante el mes de febrero a marzo con un promedio de 100 mm de precipitación pluvial, produciendo reportes de derrumbes, deslizamientos de tierra e inundaciones, que causo pérdida de vidas humanas y daños graves de infraestructura e incluso daños irreparables en los centros Arqueológico, por ejemplo, el derrumbe del complejo arqueológico Kuelap en la región Amazonas. (SENAMHI 2022)

Las lluvias en Abancay inician en el mes de setiembre, sin embargo, en los meses de enero y febrero caen con mayor frecuencia de intensidad de 207mm de lluvia mensual, según (SENAMHI 2023). Al mismo tiempo SINDAPAR (2022), indica que las precipitaciones pluviales que se presentaron en Abancay el 29 de diciembre de 2021, a las 05:00 horas produjo un deslizamiento causando daños a las viviendas en la comunidad de Umaccata provocando que 25 familias sean danificadas.

El hormigón se usa comúnmente en el proceso constructivo debido a su rápida y fácil producción, alta eficiencia, trabajabilidad, las propiedades mecánicas de este

concreto se ven afectadas por la lluvia en las etapas de fraguado y final. (Orozco, Ávila, Respeto y Parodia, 2018).

La mezcla de hormigón es el material más utilizado en la construcción porque es rápido, fácil producción y trabajabilidad. Las propiedades del hormigón fresco se ven afectadas por la lluvia en la fase del fraguado. (Orozco,Ávila,Respeto y Parodia, 2018).

Por lo tanto, en Abancay, debido a la intensidad de las fuertes lluvias de febrero-marzo, las obras de construcción no se realizan con mucha frecuencia, lo que provoca un retraso del 25 % en la construcción y ocasiona una paralización de obra.

2.1.1. Problema general

¿Cómo influye la precipitación pluvial en la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay, Apurímac, 2023?

2.1.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo influye la precipitación pluvial de intensidad leve en la resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay, Apurímac, 2023?
- b) ¿Cómo influye la precipitación pluvial de intensidad moderada en la resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay, Apurímac, 2023?
- c) ¿Cómo influye la precipitación pluvial de intensidad fuerte en la resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay, Apurímac, 2023?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de la precipitación pluvial en la resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay-Apurímac,2023.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la influencia de intensidad leve de la precipitación pluvial en la resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay-Apurímac, 2024

- Determinar la influencia de intensidad moderada de la precipitación pluvial en la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay-Apurímac, 2023.
- Determinar la influencia de intensidad fuerte de la precipitación pluvial en la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay-Apurímac, 2023.

2.3. Justificación e importancia

Actualmente los proyectos que se ejecutan en la ciudad de Abancay, evitan realizar el colado o vaceado del concreto en temporadas de lluvias (es decir dentro de los meses de febrero a marzo), debido a que, la lluvia es un problema frente al concreto que llega a generar un retraso de un 25% en el avance físico de las obras.

La importancia de este estudio de investigación, es demostrar la influencia que produce la lluvia en el concreto fresco en las construcciones de Abancay. Es por ello que este estudio de investigación se realizó de manera experimental a los 7 días, 14 días, 21 días y 28 días en el estado fresco del concreto.

Este proyecto de investigación es inédito debido a que se cuentan con pocos estudios de investigación que evalúen la influencia de la lluvia en las construcciones de cualquier tipo de obra, y tienen pocas investigaciones en el Perú. En Abancay es importante y fundamental realizar esta investigación que permita proponer nuevos procesos constructivos en la temporada de lluvias en febrero-marzo.

Lo novedoso en este proyecto de investigación, demuestra la influencia de la lluvia, tomando en cuenta su intensidad, duración y frecuencia que afectaría la resistencia del concreto expuestas mediante un simulador de lluvia a muestras en probetas cilíndricas de aluminio.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La precipitación pluvial influye significativamente en la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay, Apurímac, 2023.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La intensidad Leve de la precipitación pluvial influye significativamente en la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay, Apurímac, 2023.
- b) La intensidad Moderada de la precipitación pluvial influye significativamente en la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay, Apurímac, 2023.
- c) La intensidad Fuerte de la precipitación pluvial influye significativamente en la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay, Apurímac, 2023.

2.5. Variables

2.5.1. Variable Independiente

- ✓ Precipitación Pluvial

2.5.2. Variable Dependiente

- ✓ Resistencia del concreto

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes

3.1.1. A nivel Internacional

Elamary et al (2015) , investigaron las propiedades del hormigón bajo lluvia, como objetivo investigar la fuerza compresiva del hormigón fresco utilizando un método experimental para descubrir el efecto de la duración de la lluvia en el concreto fresco para determinar la resistencia y ver sus propiedades del concreto, la mezcla de concreto fue esparcida y vertida en cubetas estándar de 150*150*150 mm utilizando método deductivo con orientación aplicada y enfoque cuantitativo, se utilizó población de 72 muestras de concreto, se tomó una muestra representativa de 4 muestras de cubos de concreto para llevar a cabo simulación, en 4 momentos diferentes 15m, 30m, 45m y 60m al comienzo de la lluvia y después de un diluvio. y finalmente concluyo que la lluvia afecta la fuerza compresiva del hormigón fresco y reduce su resistencia del 10% al 30% debido a la lluvia.

Yang et al.(2010),presentaron, el efecto de la lluvia en la construcción RCC,el efecto de la lluvia en la construcción de RCC tiene como objetivo estudiar la cantidad de lluvia en las propiedades mecánicas de la edificación, mediante un método descriptivo, inductivo, la mezcla de concreto fue esparcida y vertida con cubetas estándar de 150*150*150 mm,utilizando el método deductivo, orientación aplicada y enfoque cuantitativo, se realizó una prueba experimental con 60 probetas cilíndricas sumergidas en lluvia durante 7 días, 14 días, 21 días y 28 días y se concluyó cuando la cantidad de la lluvia es menor a 2,6 mm/h demuestra que no afecta la capacidad de rodadura, la hermeticidad y la fuerza de adherencia de la estructura, mientras que si supera los 2,6, menos de 5 mm/h puede reducir la contenido de agua y para garantizar la calidad de la construcción, los estudios demuestran que la reducción de la humedad aumenta la

potencia y la frecuencia de laminado, garantizando la adherencia a una intensidad de precipitación de 5 - 8 mm/h.

Medina (2018), presento la incorporación de la precipitación pluvial en el desempeño del hormigón como aporte a la construcción, señalo la finalidad de diseñar mezclas de concreto con agua de lluvia para que se pueda ver y determinar su fuerza compresiva por el manera experimental para comprobar, como afecta el agua de lluvia a las propiedades del concreto y si su uso es recomendable en la construcción, durante el proyecto de mezcla se reemplazó el agua por agua de lluvia utilizando un método inductivo aplicada y método cuantitativo, teniendo como población 4 muestras donde indico que el agua de la lluvia cambio las propiedades del concreto, finalmente, después de mezclar el hormigón con una porción de agua de la lluvia , concluyo que el agua de lluvia afecta la mezcla y disminuye la fuerza compresiva, debido a que la lluvia contiene óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, lo que hace que esta cambie sus propiedades

Sanchez y Gutierrez (2018) presentaron el efecto de la precipitación pluvial en la fuerza compresiva del concreto su objetivo es de analizar las consecuencias del aguas de lluvia en las propiedades del concreto, en Soacha, se realizó el factor de resistencia del concreto para verificar si la precipitación pluvial altera o no dentro de las propiedades, utilizó el método cuantitativo de manera experimental, realizados en el laboratorio con una muestra de 45 cilindros de la precipitación pluvial y 18 de agua potable, es así como llego a concluir después de los resultados que obtuvo ,indica que la resistencia de la mezcla con el agua tratada llega a fuerza de 210 kg/cm², en cambio al utilizar el agua de las lluvias llega a una fuerza de 180 kg/cm², y tiene una gran diferencia y recomienda elabora con el agua tratada.

Galindo (2018), presentaron la consecuencia de la integración de agua de la precipitación pluvial en la Resistencia para losas, su objetivo es calcular la solución del manejo y usos de agua de lluvia recolectada de la industria para el lugar de Bogotá, utilizando el método cuantitativo, tipo explicativo y estudio aplicado experimental, demostrando los respuestas de las propiedades mecánicas en laboratorio según a las especificaciones y normas de Colombia NTC, donde se fabrican los cilindros mediante ensayo correspondientes, se utilizó 35 muestras con agua limpia y 35 con agua de la lluvia, y es así donde hace una diferencia y concluye que si la proporción de las precipitaciones pluviales afectan a la resistencia en las losas, debido a que las lluvias contienen ácidos, que dañan a la estructura.

Respetro (2018), presenta una mezcla de hormigón a base de agua de lluvia, cuyo objetivo es diseñar una mezcla de hormigón simple a base de agua de lluvia, y de tal manera determinar el efecto que causa en sus propiedades físicas y mecánicas del hormigón, para placas iluminadas mediante un método cuantitativo de forma experimental que da como resultado: comparación de la resistencia obtenida con agua de lluvia y agua potable y finalizó que el hormigón expuesto a la lluvia debilita el cemento, aumentando la permeabilidad y la exudación.

Kaletka y Joruwki (2020), presentó las consecuencias de la lluvia en las características del hormigón, donde el objetivo indica el estudio de las propiedades de la pasta de concreto fresco (viscosidad, contenido de aire, densidad) y las propiedades del hormigón endurecido (densidad, agua). Absorción del agua bajo fuerza, resistencia a la compresión, es así como se investigó la consecuencia de la duración de la lluvia sobre las propiedades de fuerza compresiva del hormigón, la pasta de hormigón y se vació en cubos estándar de 150 * 150 * 150 mm por método deductivo cuantitativo, con una cantidad de 60 partículas de concreto, se tomó una porción representativa de 5 cubos de concreto para realizar la simulación en 3 tiempos diferentes a 15 m, 30 m y

distancia. 45 m al comienzo de la lluvia y después de la lluvia. y finalmente concluyo que la lluvia afecta la fuerza compresiva del hormigón fresco y reduce su durabilidad y en el estado endurecido daña a la infraestructura ocasionando patologías estructurales.

Ambroziak y Ziolkowski (2020), presentaron la fuerza compresiva en los de lluvia, durante el proceso de colocación, fijo como objetivo de determinar la fuerza compresiva del concreto endurecido, teniendo en cuenta la variación diaria de la precipitación a través de un método experimental, para determinar cómo la lluvia afecta la durabilidad del concreto endurecido, utilizando el método deductivo, de manera aplicada, y de forma cuantitativa, mientras que la población es 72 muestras de concreto, como muestra representativa se tomó 4 cubos de concreto para realizar la simulación en 3 tiempos diferentes en 15 m, 30m ,45 m al inicio de la lluvia y de la colada ,y es así como finalmente concluyo que las fuertes lluvias afectan la fuerza compresiva del concreto endurecido.

Syintsoy ,Shchesnayk ,Galishnikova & Fediuk, (2020), estudiaron las propiedades mecánicas del hormigón después de la lluvia, el objetivo es estudiar el endurecimiento del concreto bajo las temperaturas de -5°C , por el método experimental utilizando materiales como cemento Pórtland, áridos para determinar una resistencia de 19.6 MPa, las muestras se moldearon en cubos de 100 x 100 x 100 mm, las muestras mínimas en cada prueba son de 5 muestras, en cambio los que no contienen lluvia son de 4 cubos para cada formulación. Fueron producidos en 324. 11, donde se aplicó en un clima de lluvioso a 5°C a 7°C , en el periodo de 7 días, 14 días ,21 días y 28 días después del curado. Los valores medios de la fuerza compresiva obtenidos tras 7, 14 y 28 días fueron de 5,3 MPa, 5,9 MPa, 12,4 MPa y 18,8MPa y finalmente concluye que el hormigón en climas cálidos y lluvioso la resistencia, aumenta su intensidad a 26.5%,45.9%,99%.

3.1.2. A nivel nacional

Quispe (2018), demostró que los efectos de la lluvia sobre la mezcla del concreto para determinar su propiedad en el estado endurecido y analizar la consecuencia de la lluvia en la fuerza compresiva del concreto, utilizando la metodología científica descriptiva y de manera aplicada, como muestras tuvo el promedio del peso unitario de la mezcla de hormigón, el asentamiento que es de 4.60 pulgadas en los 28 días la fuerza compresiva que tiene como 350.35 kg/cm² y después se concluyó que las aguas de la lluvias alteran a la resistencia a la compresión, influye debido a que contiene ácidos.

Grados (2018), introduzco los sulfatos de precipitación de lluvias en la fuerza compresiva del hormigón ,cuyo objetivo es revelar el efecto de los sulfatos de precipitación en la durabilidad del concreto, la investigación se desarrolla a través de un método descriptivo, inductivo, la investigación se realiza de forma experimental, con una población de 60 muestras de probetas cilíndricas expuestas a la lluvia para determinar la durabilidad 7 días, 14 días, 21 días y 28 días, fuerza de la estructura de hormigón 210 kg/cm² da una fuerza de un promedio de 256.21 kg/cm², luego del tratamiento con sulfato al 50% por un tiempo de exposición de 30 días, su fuerza media es de 180.50 kg/cm², donde la disminuye la fuerza y es 82.36 kg/cm², la fuerza abrasiva calculada del hormigón 100% al sulfato en el mismo periodo es el mismo, dando a este último una fuerza abrasiva de un valor de 145.60 kg/cm², dando que existe una desigualdad en el desperdicio de resistencia de 90.50 kg/cm², y finalmente concluyo que la pérdida de resistencia promedio del concreto se vio afectada en 210 kg/cm² el intermedio de sulfato al 50% es de 71.95 kg/cm², lo cual disminuyó la fuerza abrasiva en el valor del hormigón afectando al 100% fue de 87.48 kg/cm².

Rojas (2020), presento la causa de la temperatura de la lluvia en el vaciado de la mezcla de hormigón, da a conocer los efectos de los climas durante el proceso del curado en la fuerza compresiva del hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de manera experimental cuantitativo con una muestra representativa que son sometidos a temperaturas controladas de 10°C , 20°C , 30°C y 50°C , en las edades de 7, 14, 21 y 28 días y es así que se pretende evaluar su desarrollo y mejora. En cada año de mejora, se analizaron 3 muestras en cada prueba para tener un conjunto de valores que permitieran un promedio representativo de los resultados.

3.1.3. A nivel local

Carece de información, dentro de la región y local referidos al título de investigación, debido que es un tema poco investigado, lo que dificulta la realización del trabajo.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Precipitación pluvial

La precipitación son gotas de agua acumulada en la nube de la atmósfera y son vertida al suelo en su mayoría en forma líquida (lluvia) o sólida (hielo). La lluvia es parte del ciclo hidrológico, que determina como interactúa el agua en la atmosfera. Vásquez (2020).

Formas de la precipitación

Villon (2002), indica cinco formas de precipitación: i) Llovizna entre 0.1 y 0.5 mm, ii) Lluvia más de 0,5 mm, iii) Escarcha vi) Nieve v) granizo. Las 2 primeras se define por su diámetro de gotas, mientras que la escarcha es hielo que tiene aire atrapado, en cambio la nevada son cristales blancos translucidos y el Granizo son círculos de gotas de lluvia.

Perez (2015), indica que la intensidad, transcurre en un determinado tiempo (mm/hr).

Dimensiones de la intensidad

Según Blanco (2016) define las dimensiones de la precipitación en tres categorías:

Tabla 1

Dimensión de Intensidad de la lluvia

Ítems	Intensidad	Descripción	Rango
1	Leve	Se considera como lluvia leve	1.5 mm/h a 2.5 mm/h
2	Moderada	Se considera como lluvia moderada	2.5 mm/h a 5 mm/h
3	Fuerte	Se considera como lluvia fuerte	5 mm/h a 14 mm/h

Nota. En la tabla N°2 se evidencia las dimensiones de intensidad de la lluvia

Fuente: Blanco (2016), las dimensiones de las precipitaciones pluviales.

Duración

Perez (2015), indica que es un intervalo del inicio hasta final de una cantidad de precipitación pluvial en minutos y/u horas.

Frecuencia

Perez (2015), indica que es el número de repeticiones de precipitación de una intensidad y duración.

Tiempo de concentración

Es el periodo se va calcular la concentración de la lluvia en mm/h (RNE, Tiempo de concentración de la precipitación pluvial, 2016), cuando inicia la lluvia durante la precipitación pluvial Carmina y Bejar (2015), p.1- 86

Pluviómetro

El pluviómetro es el instrumento que se encarga de registrar la cantidad de caída de agua en un periodo de tiempo determinado, lo cual permite determinar la caída de la lluvia, es así como da a conocer el tiempo de inicio y finalización de las precipitaciones pluviales. Breña , Jacobo, Acuña y Robles (2015).

Concreto

Villalpando, (2001), afirma que es la mezcla de la combinación de (cemento, grava, arena y agua) para conseguir la resistencia (p.11)

Diseño de mezcla

Pasquel (1998), afirma que el hormigón es la mezcla del cemento, áridos, agua, aditivos (p.13).

A continuación se define de la siguiente manera:

- a) **Cemento:** según el RNE (2019), define el cemento como un elemento en partícula conforma parte de una mezcla.
- b) **Agregados:** Según indica la (NTP 400.011,2008), los agregados son un grupo de partículas naturales o artificiales que son procesadas o modificadas y con medidas dentro de los parámetros (p. 2). así también (ICG), define que los agregados que en concreto contribuyen entre 62% a 78%.
- c) **Agua:** El agua en el concreto afecta a la durabilidad y trabajabilidad Así mismo el agua es un líquido indispensable para hidratar el concreto y mejorar su resistencia. Pasquel (1998), p.59.

Pruebas del laboratorio

Fuerza compresiva

La fuerza compresiva, es la máxima fuerza, que puede soportar cargas máximas, expresada en kg/cm² en los 28 días. Rivva Lpoez (2013), indica que para obtener la fuerza compresiva se prepara en moldes de briqueta.

3.3. Definición de términos

Agua de lluvia: Las aguas de la lluvia se forma en nube y se quedan en la atmosfera, y estos son ocasionados por efectos de la presión de aire, el clima. Gonzales (2020)

Curado: Es el proceso de mantener el concreto saturado de agua hasta las superficies de cemento. Pasquel y Teodoro (2002)

Curva de intensidad, duración, frecuencia (IDF): Es la solución de la magnitud de diferentes períodos de un determinado tiempo y generalmente es de la misma magnitud de la lluvia en un período dado. Temez, (1978).

Diseño de mezcla: Procedimiento de los ingredientes disponibles y sus cantidades relativas para elaborarlo. Pasquel, (1998).

Estación Meteorológica: Es un dispositivo diseñado para calcular y regular los cambios meteorológicos. Acuña y Robles (2015)

Influencia: efecto que una cosa que adquiere encima de otra .se usa en el efecto del comportamiento del objeto que se manipula. Villon (2002)

Intensidad de lluvia: Cantidad de lluvia mediante un determinado tiempo. Rivera end Rojas (2019)

Meteorología: Es una ciencia que estudia las características y fenómenos de la atmósfera en un tiempo limitado, predomina el tiempo el clima y realiza un periodo de lluvias. Acuña y Robles (2015)

Simulador: Es un aparato portátil que sirve para demostrar la caída de lluvia. Breña , Jacobo,Acuña y Robles (2015)

Fuerza a la compresión: Es el soporte de cargas máximas, expresada (kg/cm^2) en el tiempo establecido en este caso en la edad de 28 "f" c". Rivva y Lpoez, (2013).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

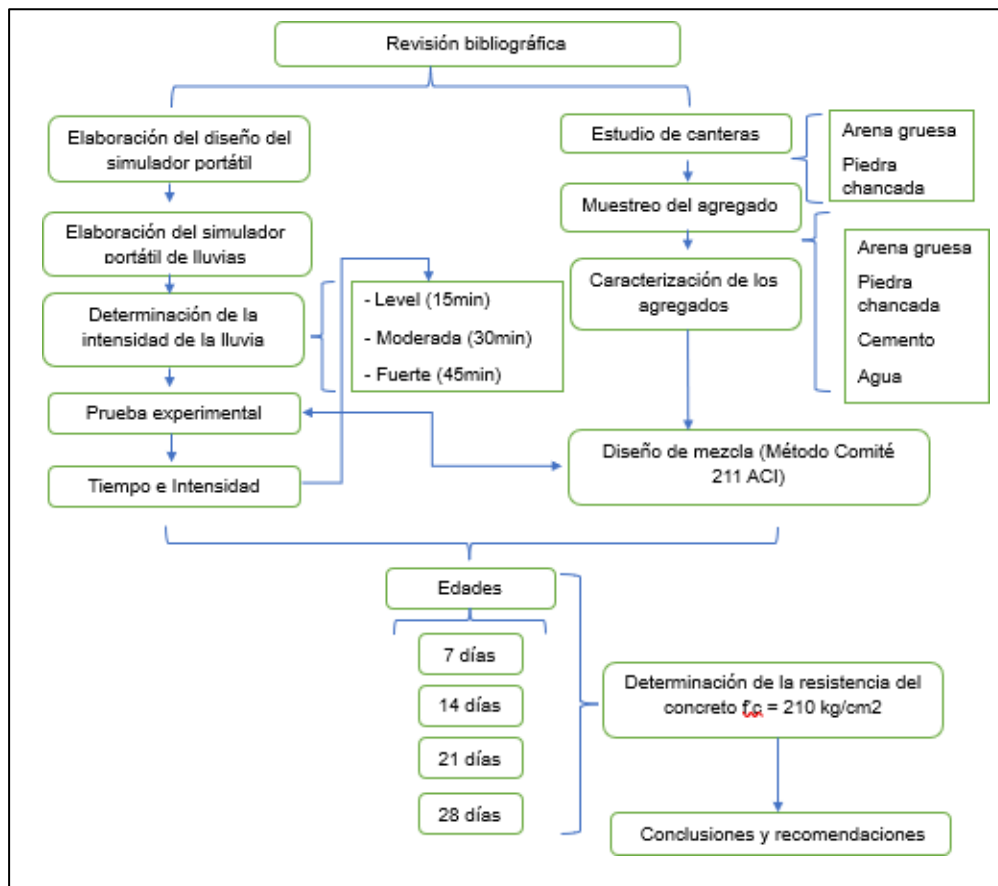
Gallardo (2017), considera a la dirección como investigación aplicada, lo cual tiene como propósito el estudio entre la teoría y la realidad, utilizando la teoría y la ciencia existentes para resolver problemas. En este sentido, se utilizó el estudio porque se utilizaron las teorías existentes en la causa de la precipitación en la resistencia del concreto durante su estado fresco.

4.1.2. Nivel de investigación

Interpretado de acuerdo a Hernandez y Mendoza, (2018) se basa en explicar por qué ocurren "fenómenos" y en qué condiciones se "presentan", explica las variables para comprender el efecto de la precipitación pluvial en el concreto fresco, por lo tanto, la variable dependiente se determina interpretando estadísticamente los resultados de laboratorio.

Este estudio tuvo una investigación experimental, según Hernandez y Mendoza, (2018); se realizó mediante un simulador en tiempos diferentes y edades. Es así como se determinó la influencia de la precipitación pluvial en el concreto fresco y de tal manera se explicó la gravedad de efecto de la lluvia en la mezcla del hormigón.

Por tal razón, en este proyecto se analizó experimentalmente el efecto de la lluvia en la fuerza compresiva $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en moldes de briquetas en grupos de control y grupo de patrón.

Figura 1*Flujograma de procedimiento experimental*

Nota. En el siguiente flujograma se indica los pasos y procedimientos empleados durante el proceso experimental

Fuente: Elaboración propia.

4.2. **Ámbito temporal y espacial**

4.2.1. Espacial

El estudio se validó en hechos reales en la ciudad de Abancay, los áridos se extrajeron de la cantera Murillo - Pachachaca y los experimentos se realizaron en el laboratorio ConChipa.

4.2.2. Temporal

El estudio se llevó a cabo durante el año 2024.

4.3. **Población y muestra**

4.3.1. Población

Colección de datos que tienen algo en común y son muestra de estudio, según Hernandez, Fernande & Baptista (2010). La población fue comprendida por 48 briquetas, 12 briquetas fueron del conjunto de patrón y 36 briquetas fueron del conjunto experimental sometidas a la precipitación pluvial de diferentes intensidades

Tabla 2

Población

Población	
La población son 48 muestras de moldes de briquetas	Fuerza compresiva

Nota. En la Tabla N^o2, la población de muestras que se utilizó para los ensayos.

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Muestra

Bernardo y Calderon, (2000), afirma, “Es una colección de muestras que siguen ciertos pasos. (p. 57). Es una partícula de la población del que se recolectan información y debe ser claro, bien definido y limitada de antemano, además de ser representativa” Hernandez, Sampieri, Feradez, Collao & Baptista Lucio, (2014).

Tabla 3

Datos de la Muestra

Descripción	Edad de ensayo												Sub Total
	7 días			14 días			21 días			28 días			
	15 min	30 min	45 min	15 min	30 min	45 min	15 min	30 min	45 min	15 min	30 min	45 min	
	Lev	Mod	Fuerte	Lev	Mod	Fuerte	Lev	Mod	Fuerte	Lev	Mod	Fuerte	
Muestras de briquetas sin ser sometido a la precipitación pluvial													12
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Muestras de briquetas sometido a una precipitación pluvial													36
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Total, de Muestras													48

Nota. La Tabla N°3 se muestra los datos de la muestra sin ser sometidos a la precipitación pluvial y sometidos a la precipitación pluvial

Fuente: Elaboración propia

4.4. Instrumentos

Según Arias, (2022) Los instrumentos son herramienta que se utiliza para registrar información o datos de una encuesta. Estas herramientas deben ser válidas y fiables para responder a las preguntas formuladas. Por ello, mencionaron que, si un investigador quiere medir, analizar o evaluar un objeto en particular, la “ficha de observación” de la “herramienta de recopilación de valores” son usados en la información sobre el objeto o fenómeno en estudio.

El trabajo presente de indagación utilizó "fichas para cada ensayo para la recopilación de los datos, donde se escriben los valores obtenidos de los experimentos realizados en" laboratorio. Los formatos fueron crearon siguiendo "las siguientes normas".

Tabla 4

Fichas de ensayo

Fichas de cada ensayo	NORMA
Granulometría	NTP 400.012
Porcentaje de humedad	NTP 339.185
Peso específico y contenido de absorción	NTP 400.021
Resistencia a la compresión del concreto	NTP 339.034
Diseño de mezcla	ACI - 211
Obtención de datos de la precipitación pluvial	

Nota. En la tabla N°4 se evidencia las fichas utilizadas en el laboratorio

Fuente: Elaboración propia

4.5. Procedimientos

4.5.1. Prueba de hipótesis

En esta tesis se realizó con el análisis de varianza (ANOVA) y para una mejor separación de medias se utilizó TUKEY añadiendo un análisis de varianza al intervalo de confianza de las medias al nivel de significancia del 1%. Villalpando (2001).

4.6. Análisis de datos

Se muestra los resultados de forma ordenada y relacionado, con parámetros y criterios que permitieron realizar el análisis de varianza a las muestras respectivas en las diferentes edades y la comparación múltiple Tukey de los promedios de la Resistencia del concreto.

4.7. Consideraciones éticas

Para llevar a cabo este estudio y alcanzar sus objetivos, se respetaron y cumplieron los valores y normas éticos apropiados de la UTEA. Y es así como se previene el plagio de información, el proyecto fue elaborada con total plenitud, citando a los autores y utilizando referencias bibliográficas según las normas APA 7 edición

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

Los valores mostrados van situados de acuerdo a variable: variable independiente y variable dependiente y reflejan el valor obtenido en la realización de la investigación.

Se considero para V/I los ensayos de los agregados y para la V/D se considera el diseño de pasta y la fuerza compresiva del concreto como influye la precipitación pluvial en (15 min,30 min y 45 min) a cada diseño en edades diferentes.

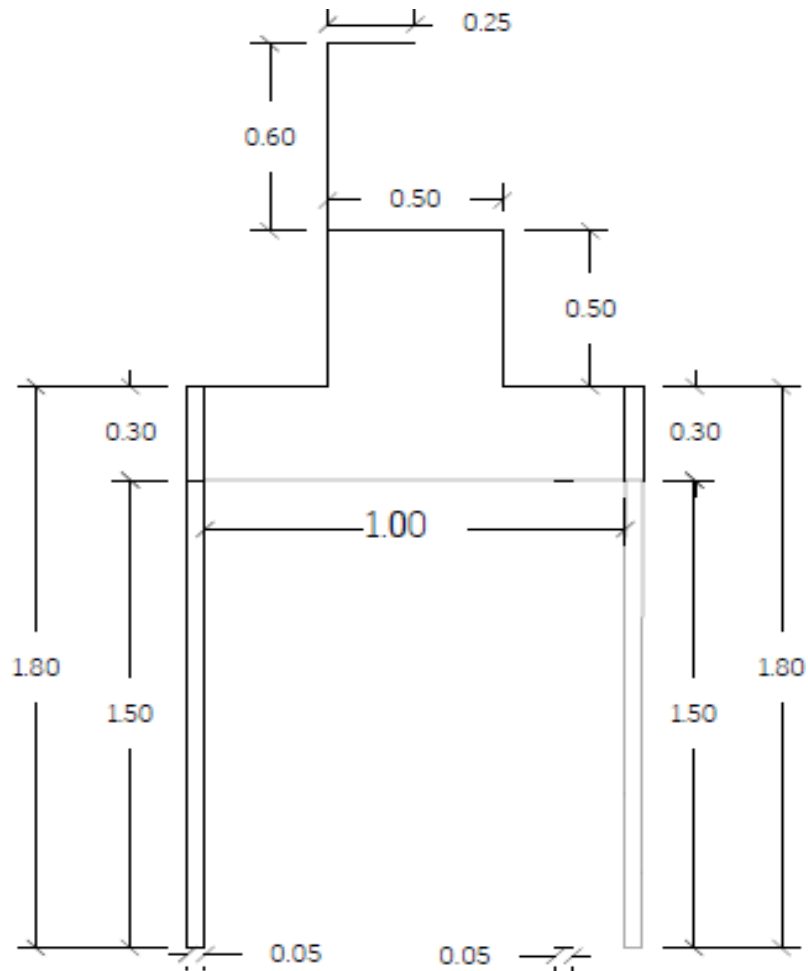
5.1.1. Moldeo y fabricación del simulador artificial

El simulador de lluvia artificial fue una herramienta de investigación mediante la cual se simulo precipitaciones naturales de diferentes intensidades. Y es así como fue

importante para el estudio, nos permitió medir la influencia de la lluvia y cuánto se ven afectadas al usarlo en moldes cilíndricas.

Figura 2

Simulador Portátil en AUTOCAD



Nota. En esta imagen muestra la estructura del simulador portátil realizado en el AUTOCAD

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Construcción del simulador

Terminando el modelo empezamos a construir el simulador de lluvia artificial. El conjunto del instrumento consta de varias piezas, que describimos con más detalle a continuación:

- **Tanque de agua**

Figura 3

Fabricación y elaboración del tanque de almacenamiento de agua



Nota. En esta imagen muestra el tanque para el almacenamiento de agua y la colocación de las agujas cat en la plancha metálica.

Fuente: Elaboración propia

- **Plancha metálica**

Figura 4

Plancha metálica para colocar las agujas cat



Nota. En esta imagen muestra la distribución y perforación en la plancha metálica para las agujas Cat

Fuente: Elaboración propia

- **Estructura de apoyo**

Figura 5

Estructura de apoyo del simulador de lluvia y colocado de la plancha



Nota. En esta imagen muestra la estructura de apoyo del simulador portátil y el colocado de la plancha metálica

Fuente: Elaboración propia

- **Simulador aparato portátil**

Figura 6

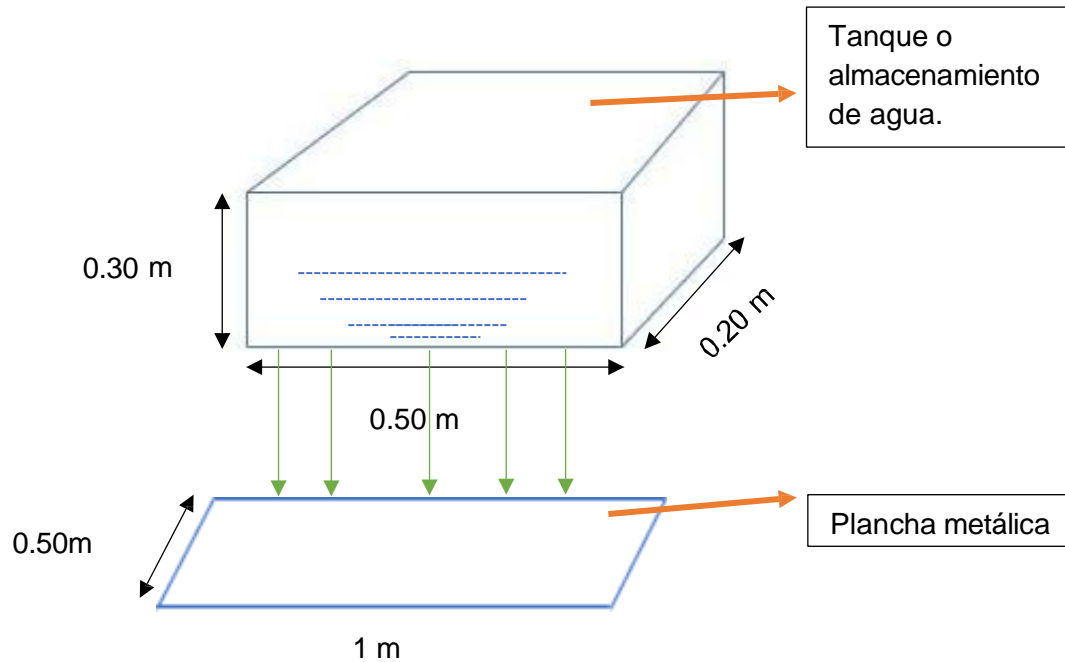
Simulador Portátil



Nota. En esta imagen muestra el simulador portátil

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3. Metodología del cálculo de la precipitación pluvial



1. Cálculo del Volumen y Capacidad de Agua

Se tiene un tanque de agua con dimensiones: 0.30 m (alto), 0.50 m (largo) y 0.20 m (ancho). El volumen (V) se calcula multiplicando las dimensiones:

$$V = 0.30 \text{ m} \times 0.50 \text{ m} \times 0.20 \text{ m}$$

$$V = 0.03 \text{ m}^3.$$

Luego, se convierte el volumen a litros:

$$0.03 \text{ m}^3 \times 1000 = 30 \text{ litros.}$$

2. Cálculo de la Intensidad de Precipitación

El volumen es 0.03 m^3 y el tiempo es $t = 15 \text{ min.}$ Se busca determinar la intensidad I en mm/h.

- **Área del Depósito**

El área (A) es la base del depósito, calculada como:

$$A = 0.50 \text{ m} \times 0.30 \text{ m}$$

$$A = 0.15 \text{ m}^2.$$

- **Lámina de Agua**

La lámina de agua se calcula usando el volumen y el área:

$$L = V / A = 0.03 \text{ m}^3 / 0.15 \text{ m}^2$$

$$L = 0.20 \text{ m} = 2 \text{ mm}.$$

Esto significa que la lámina de agua tiene una altura de **2 mm**.

3. Intensidad de la Precipitación

En 15 minutos (Intensidad Leve)

Con una lámina de agua de 2 mm, la intensidad de precipitación es:

$$I = 2 \text{ mm/h}.$$

4. Cálculo de Intensidades de Precipitación

Para 30 minutos (Intensidad moderada)

La intensidad (I) se calcula proporcionalmente para 30 minutos, basándose en una intensidad de 2 mm/h en 15 minutos:

$$2 \text{ mm} / 15 \text{ min} = X \text{ mm} / 30 \text{ min}.$$

Resolviendo:

$$X = (2 \text{ mm} \times 30 \text{ min}) / 15 \text{ min} = 4 \text{ mm/hr}$$

La intensidad moderada es **I_moderada = 4 mm/hr**.

Para 45 minutos (Intensidad fuerte)

Se realiza un cálculo similar para 45 minutos:

$$2 \text{ mm} / 15 \text{ min} = X \text{ mm} / 45 \text{ min}.$$

Resolviendo:

$$X = (2 \text{ mm} \times 45 \text{ min}) / 15 \text{ min} = 6 \text{ mm/h.}$$

La intensidad fuerte es **I_fuerte = 6 mm/hr.**

5. Dosificación de la Lluvia

Se clasifica la intensidad de la lluvia en función de la cantidad de agua que cae por metro cuadrado:

Tabla 5

Dosificación de la lluvia

Dosificación de la Lluvia			
Intensidad	Tiempo	Cantidad	Litros de agua
Leve	15 min	2 mm/hr	2 L/m ² .
Moderada	30 min	4 mm/hr	4 L/m ²
Fuerte	45 min	6 mm/hr	6 L/m ² .

Nota. En la tabla N°5, se indica la dosificación de la lluvia

Fuente: Elaboración propia

6. Relación entre VI y VD

Tabla 6

Relación entre VI y VD

Relación entre VI y VD		
Variable	Relación	
VI Precipitación pluvial	A mayor cantidad de precipitación pluvial (VI) sobre el concreto fresco, menor será la resistencia del concreto (VD). Esto significa que una lluvia fuerte durante el	
VD Resistencia del concreto	proceso de fraguado del concreto podría reducir la calidad del mismo.	

Nota. En la tabla N°6, se muestra la relación entre VI y VD

Fuente: Elaboración propia.

Es importante diseñar mezclas de concreto y procedimientos de curado que sean adecuados para las condiciones de exposición a la lluvia y es así, se debe utilizar pastas de concreto de mayor fuerza compresiva para estructuras que estarán expuestas a grandes cantidades de lluvia y además proteger el concreto durante las primeras etapas de su fraguado y curado de la lluvia utilizando impermeabilizantes.

5.1.4. Pruebas del funcionamiento

Para asegurarnos la correcta función del aparato portátil el simulador de lluvias haremos las pruebas en tiempos y edades diferentes.

- Verificar la salida de agua de las agujas cat.
- Salida de la presión del agua de la llave principal
- Pruebas de las edades

Tabla 7

Pruebas del funcionamiento

Pruebas del funcionamiento							
Edad de 7 días		Edad de 14 días		Edad de 21 días		Edad de 28 días	
Intensidad	Tiempo	Intensidad	Tiempo	Intensidad	Tiempo	Intensidad	Tiempo
Leve	15 min	Leve	15 min	Leve	15 min	Leve	15 min
Moderada	30 min	Moderada	30 min	Moderada	30 min	Moderada	30 min
Fuerte	45 min	Fuerte	45 min	Fuerte	45 min	Fuerte	45 min

Nota. En la tabla N°7, muestra la prueba de funcionamiento de la precipitación pluvial en las diferentes edades.

Fuente: Elaboración propia

Materiales

Agregado grueso

Muestreo de agregados

Para el proyecto se recolecto muestras de piedra chancada y arena gruesa de la cantera Murillo ubicada en Pachachaca – Abancay.

Los materiales extraídos de las canteras de Murillo, fueron transportados al laboratorio en bolsas y transporte privado para evitar pérdida y/o contaminación de estos materiales.

Figura 7

Muestreo del agregado de la cantera Murillo



Nota. En esta imagen muestra el muestreo de agregado en la cantera de Murillo- Pachachaca

Fuente: Elaboración propia

Análisis granulométrico tamizado (MTC E 204 - 2016)

El ensayo de granulometría se realizó en base Norma MTC E204 “análisis granulométrico” y ASTM C136 - NTP 400.012.

Figura 8

Análisis granulométrico



Nota. Análisis granulométrico en el laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Figura 9

Ensayo de Análisis granulométrico



Nota. Ensayo granulométrico, muestra el cuarteo del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Análisis granulométrico por lavado y tamizado del agregado grueso

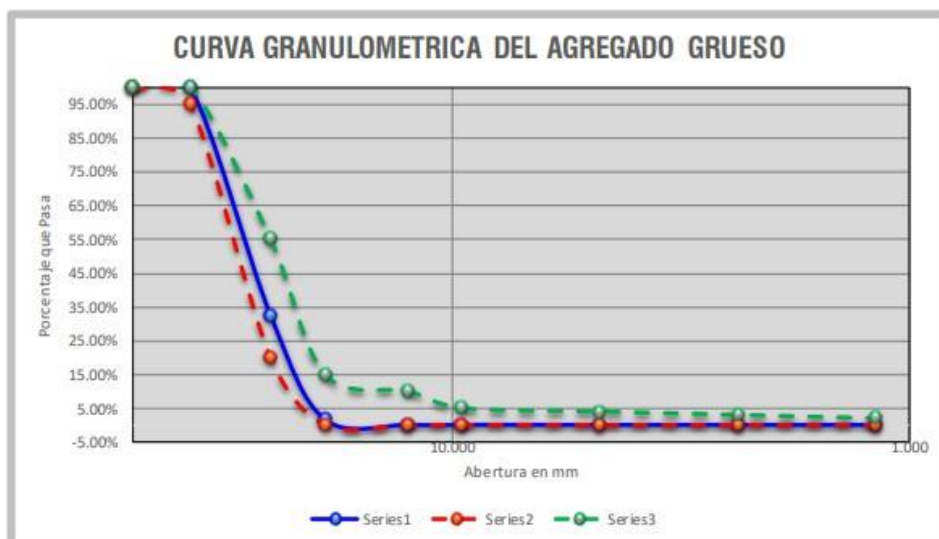
Análisis granulométrico por lavado y tamizado								
Muestra Inicial 2793.0 gr	Muestra Lavada y Secada 3530.0			Peso recipiente 0.0 gr				
Tamiz (Pulg.)	(mm)	Peso Ret. (gr.)	Peso Corr. (gr.)	%Ret.	%Retenido Acumulad	%Pasa	Límite Inferior	Limite Superior
2	50.000	0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1 1/2	37.500	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	95%	100%
1	25.000	1883.0	1883.00	67.42%	67.42%	32.58%	20%	55%
3/4	19.000	863.0	863.00	30.90%	98.32%	1.68%	0%	15%
1/2	12.500	44.0	44.00	1.58%	99.89%	0.11%	0%	10%
3/8	9.500	0.0	0.00	0.00%	99.89%	0.11%	0%	5%
N° 4	4.750	0.5	0.51	0.02%	99.91%	0.09%	0%	4%
N° 8	2.360	0.0	0.00	0.00%	99.91%	0.09%	0%	3%
N° 16	1.180	0.0	0.02	0.00%	99.91%	0.09%	0%	2%
N° 50	0.300	0.1	0.11	0.00%	99.92%	0.08%	0%	1%
N°200	0.075	0.2	0.19	0.01%	99.92%	0.08%		
Fondo		0.1	2.17	0.08%	100.00%			
TOTAL		2790.9	2793.0	100%				

Nota. Resultado del análisis granulométrico por lavado y tamizado

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10

Curva granulométrica del agregado grueso



Nota. El gráfico muestra el resultado de la curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de humedad (MTC E 215 - 2016)

Los ensayos de contenido de humedad se realizaron en base a la **Norma MTC 339.185** y la **norma MTC E215** “Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado”

Figura 11

Contenido de humedad



Nota. En la figura muestra el contenido de humedad realizada en el laboratorio

Fuente: Elaboración propia.

- Con ayuda de un tamiz de 1/2" obtenemos la muestra

Figura 12*Ensayo de contenido de humedad*

Nota. En la imagen muestra el peso obtenido para la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculos

Calculamos el contenido de humedad con la siguiente formula:

$$p = \frac{100(W-D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido de humedad total evaporada de la muestra (%)

W = Masa inicial de muestra húmeda (g)

D = Masa de muestra seca (g)

$$p = \frac{100(W-D)}{D}$$

$$p = \frac{(2807-2798)}{2798} \times 100$$

$$P = 0.32$$

Tabla 9*Contenido de Humedad*

Contenido de Humedad	
Datos del ensayo	muestra N°1
Capsula N°	1
Peso agregado húmedo + recipiente (g)	2807
Peso agregado seco + recipiente (g)	2798
Peso del agua (g)	9
Peso del recipiente (g)	0
Peso neto del suelo seco (g)	2798
% de Humedad	0.32

Nota. La tabla N°9, muestra los datos de contenido de humedad obtenidos en el laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado grueso (MTC E203 - 2016).

Los ensayos de peso unitario suelto, compactación y vacíos del agregado grueso se realizó de acuerdo a la norma (MTC E 203 - 2016)

Figura 13*Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado grueso*

Nota. En la imagen muestra el ensayo del peso específico suelto, compactado y vacíos del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Peso unitario suelto y vacíos del agregado grueso

Peso Unitario Suelto y Vacíos del Agregado Grueso		
Datos del ensayo	Muestra 01	Muestra 02
Peso del Molde (gr)	4810	4810
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	18206	17810
Peso de la Muestra Suelta (gr)	13396	13000
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	1.419	1.377
Peso Específico (kg/m ³)	2608.696	2608.696
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1419.226	1377.272
Porcentaje de Vacíos	45.60%	47.20%

Nota. En la siguiente tabla N°10, se evidencia los valores del peso unitario suelto y vacíos del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario suelto (kg/m³) = 1398.249

Porcentaje de vacíos = 46.40%

Tabla 11

Peso unitario varillado y vacíos del agregado grueso

Peso unitario varillado y vacíos del agregado grueso		
Datos del ensayo	Muestra	Muestra
	01	02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Peso del Molde (gr)	4810	4810
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	20058	19710
Peso de la Muestra Varillada (gr)	15248	14900
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Varillado (gr/cm ³)	1.615	1.579
Peso Específico (kg/m ³)	2608.696	2608.696
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1615.43	1578.57
Porcentaje de Vacíos	38.08%	39.49%

Nota. En la siguiente tabla N°11, se evidencia los valores del peso unitario varillado y vacíos del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia

Peso Unitario compactado (kg/m³) = 1597.00

Porcentaje de Vacíos = 38.78%

Peso específico, Gravedad específica y Absorción del Agregado (MTC E 206 – 2016).

Las pruebas de peso específico, gravedad específica y absorción del agregado se realizaron según a la norma **MTC E206**.

Figura 14

Peso específico, gravedad específica y absorción del agregado



Nota. En la imagen muestra la prueba del peso específico, gravedad específica y absorción realizada en el laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12

Peso específico y absorción del agregado grueso

Peso específico y absorción del agregado grueso (MTC E 206)	
Datos del ensayo	Muestra 01
Peso de la canastilla sumergida (gr)	748
Peso de la Muestra Seca (gr)	3480
Peso de la canastilla + muestra sumergida (gr)	2954
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	3540
Peso del Agua Absorbida (gr)	60

Nota. La siguiente tabla N°12, muestra los valores del peso específico y absorción del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

Peso Específico (gr/cm³) = 2.61

Capacidad de Absorción (%) = 1.72%

Materiales

Arena Fina

Muestreo de agregados

Para el estudio se recolecto muestras de piedra chancada y arena gruesa de la cantera Murillo ubicada en Pachachaca – Abancay. Los materiales extraídos de las canteras de Murillo, fueron transportados al laboratorio en bolsas y transporte privado para evitar pérdida y/o contaminación de estos materiales

Figura 15

Muestreo del agregado fino



Nota. La figura muestra el muestreo de la arena fina en la cantera de murillo - Pachachaca

Fuente: Elaboración propia

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 204 - 2016)

El ensayo de granulometría se hizo de acuerdo a la Norma MTC E204 “análisis granulométrico para arena fina”

Figura 16

Análisis granulométrico por Tamizado MTC E204-2016



Nota. En esta imagen se muestra el análisis granulométrico por tamizado de la arena fina

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Análisis granulométrico por lavado y tamizado de arena fina

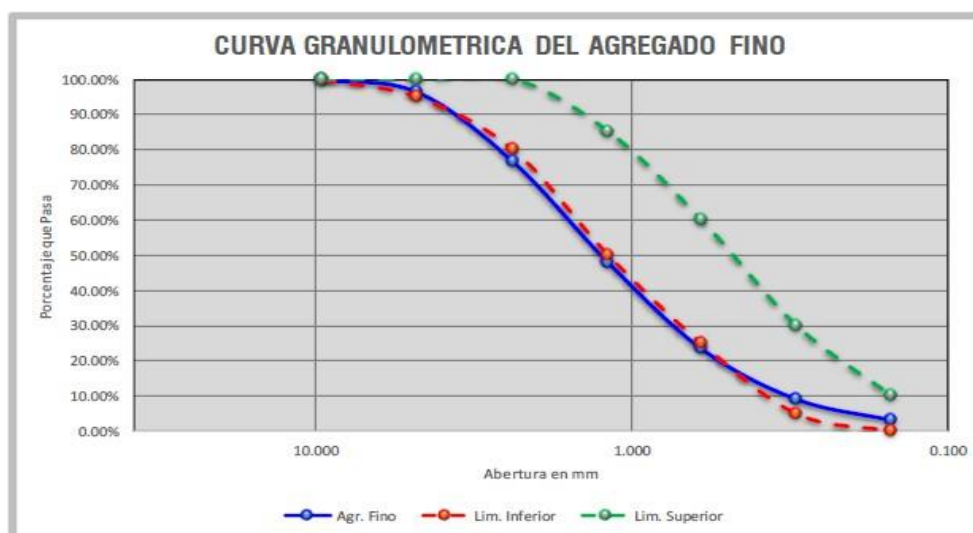
Análisis granulométrico por lavado y tamizado							
Muestra inicial 434.0gr	Muestra lavada y secada 665.0			Peso recipiente 0.0gr		Gradación	
Tamiz (Pulg.) (mm)	Peso ret. (gr.)	Peso corr. (gr.)	%Ret.	%retenido acumulado	%Pasa	Límite inferior	Límite superior
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%
Nº 4	4.750	15.8	15.78	3.64%	3.64%	96.36%	95%
Nº 8	2.360	86.2	86.16	19.85%	23.49%	76.51%	80%
Nº 16	1.180	124.2	124.21	28.62%	52.11%	47.89%	50%
Nº 30	0.600	105.7	105.70	24.35%	76.46%	23.54%	25%
Nº 50	0.300	62.3	62.25	14.34%	90.81%	9.19%	5%
Nº 100	0.150	25.9	25.85	5.96%	96.76%	3.24%	0%
Nº200	0.075	12.1	12.10	2.79%	99.55%	0.45%	10%
Fondo		1.7	1.95	0.45%	100.00%		
TOTAL	433.8	434.0	100%				

Nota. La tabla N°13 muestra los resultados del análisis granulométrico por lavado y tamizado de la arena fina.

Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Curva granulométrica del agregado fino



Nota. En el gráfico de la curva granulométrica muestra los resultados del análisis granulométrico por lavado y tamizado del agregado fino

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de Humedad (MTC E 215 - 2016)

Los ensayos de contenido de humedad se hicieron de acuerdo a la **Norma MTC 339.185** y la **norma MTC E215** "Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado"

Figura 18

Contenido de humedad



Nota. En la imagen muestra el contenido de humedad del agregado fino realizado en el laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Cálculos

Calculamos el contenido de humedad con la siguiente formula:

$$p = \frac{100(W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad total evaporada de la muestra (%)

W = Masa inicial de la muestra húmeda (g)

D = Masa de muestra seca (g)

$$p = \frac{100(W-D)}{D}$$

$$p = \frac{(481.00-434.00)}{434.00} \times 100$$

P= 10.83

Tabla 14*Contenido de humedad del agregado fino*

Contenido de humedad del Agregado fino	
Datos del ensayo	Muestra 01
Cápsula N°	1
Peso agregado húmedo + recipiente (g)	481.00
Peso agregado seco + recipiente (g)	434.00
Peso del agua (g)	47.00
Peso del recipiente (g)	0.00
Peso neto del suelo seco (g)	434.00
% de Humedad	10.83

Nota. En la tabla N°14 muestra los valores obtenidos en el laboratorio del ensayo de contenido de humedad de agregado fino

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado fino (MTC E 203 – 2016)

Los ensayos de peso unitario suelto, compactado y vacíos de la grava se realizaron de acuerdo a la norma (MTC E 203 - 2016).

Tabla 15*Peso unitario suelto y vacíos del agregado fino*

Peso unitario suelto y vacíos del agregado fino		
Datos del ensayo	Muestra 01	Muestra 02
Peso del Molde (gr)	2008	2008
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	6937	6940
Peso de la Muestra Suelta (gr)	4929	4932
Volumen del Molde (cm ³)	2831.70	2831.70
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	1.741	1.742
Peso Específico (kg/m ³)	2763.483	2763.483
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1740.650	1741.710
Porcentaje de Vacíos	37.01%	36.97%

Nota. La tabla N°15 muestra los valores obtenidos en el laboratorio del ensayo peso unitario suelto y vacíos del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

Peso Unitario Suelto (kg/m³) = 1741.180

Porcentaje de Vacíos = 36.99%

Tabla 16*Peso unitario varillado y vacíos del agregado*

Peso unitario varillado y vacíos del agregado fino		
Datos del ensayo	Muestra 01	Muestra 02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Peso del Molde (gr)	2008	2008
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	7318	7320
Peso de la Muestra Varillada (gr)	5310	5312
Volumen del Molde (cm ³)	2831.70	2831.70
Peso Unitario Varillado (gr/cm ³)	1.875	1.876
Peso Específico (kg/m ³)	2763.483	2763.483
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1875.199	1875.905
Porcentaje de Vacíos	32.14%	32.12%

Nota. La tabla N°16 muestra los valores obtenidos en el laboratorio del ensayo peso unitario varillado y vacíos del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

Peso Unitario compactado (kg/m³) = 1875.55

Porcentaje de Vacíos = 32.13%

Peso específico, gravedad específica y absorción del agregado fino (MTC E 205 – 2016).

La prueba del específico, gravedad específica y absorción de la arena fina se realizaron de acuerdo a la norma **(MTC E 205 - 2016)**.

Tabla 17*Gravedad específica y absorción del agregado grueso*

Gravedad específica y absorción del agregado fino (MTC E 205)	
Datos del ensayo	Muestra 01
Volumen del Picnómetro (ml)	500
Peso del Picnómetro (gr)	141.9
Peso de la Muestra Seca (gr)	491.9
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (gr)	961.0
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	503.3
Peso del Picnómetro + Agua (gr)	647.1
Peso de la Muestra Sumergida (gr)	313.9
Peso del Agua Desplazada (gr)	178.0
Peso del Agua Absorbida (gr)	11.4

Nota. La tabla N°17 se muestra los valores obtenidos en el laboratorio del ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

Peso Específico (gr/cm³) = 2.76

Capacidad de Absorción = 2.32%

Resumen de los ensayos realizados

Tabla 18

Resumen de los ensayos

Ensayos realizados	Agregado Grueso		Agregado Fino	
Contenido de humedad	0.32	%	10.83	%
Peso unitario suelto	1398.249	kg/cm³	1741.18	kg/cm³
porcentajes de vacíos	46.4	%	36.99	%
Peso unitario varillado	1597.00	kg/cm³	187.55	kg/m³
porcentaje de vacíos	38.78	%	32.13	%
Peso específico	2.61	gr/cm³	2.76	gr/cm³
Capacidad de Absorción	1.72	%	2.32	%

Nota. La tabla N°18, se muestra el resumen de los ensayos realizados en el laboratorio del agregado grueso y agregado fino

Fuente: Elaboración propia

Elaboración del diseño de mezcla

Diseño por el método del ACI

Características del cemento

- ✓ YURA / TIPO I
- ✓ $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Slump = 3"
- ✓ $Pe = 3.15 \text{ gr/cm}^3$

Características de los agregados.

Tabla 19

Características de los agregados

Características	Agregado Grueso	Agregado Fino
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1398.249	1741.18
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1597	187.55
Peso específico (kg/m ³)	2610	2760
Módulo de fineza	7.98	3.43
Absorción %	1.72	2.32
TMN	½"	-
Contenido de humedad (%)	0.32	10.83

Nota. En la tabla N°19 da a conocer las características de los agregados para el diseño de mezcla.

Fuente: Elaboración propia

Contenido de aire y de agua

TMN = 1/2", se toma la tabla 02 de la **CAPECO** con aire atrapado

✓ Aire = 2.5 %

✓ Agua = 193 Lt/m³

Relación A/C (Por resistencia F'cr)

Para f'c = 210 kg/cm², Interpolamos con los datos en la tabla de la CAPECO.

200 0.61

210 X

250 0.53

$$\frac{250-210}{0.53-X} = \frac{250-200}{0.53-0.61}$$

$$40(0.53 - 0.61) = 50(0.53 - X)$$

$$21.2 - 24.4 = 26.5 - 0.53X$$

$$X = \frac{26.5 - 21.2 + 24.4}{0.53}$$

$$X = 56.04$$

Contenido de cemento

$$C = \frac{193}{C} = 0.56$$

Despejamos c

$$C = \frac{193}{0.56} = 344.64$$

$$C = 344.64/42.5$$

$$C = 8.109 \text{ bls}$$

Peso del Agregado grueso

$$\text{Peso a.g} = \frac{b}{b_0} \times \text{peso u.c}$$

$$\text{peso a.g} = 0.60 \text{ m}^3 \times 1597.00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso a.g} = 958.2 \text{ kg}$$

Volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{344.64 \text{ kg}}{3.15 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3 \times 1000}}$$

$$\text{Cemento} = 0.109 \text{ m}^3$$

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

$$\text{Agua} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{2.5}{100}$$

$$\text{Aire} = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol del A.g} = \frac{958.2 \text{ kg}}{\frac{2610 \text{ kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\text{Vol del A.g} = 0.36 \text{ m}^3$$

Sumamos todos los valores

$$\text{Cemento} = 0.109 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol a.g} = 0.367 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0.694 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol A.Fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.694 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol A.Fino} = 0.306 \text{ m}^3$$

Cálculo del peso del agregado fino

$$\text{Peso A.F} = 0.36 \text{ m}^3 \times 2760 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso A.F} = 844.56 \text{ kg}$$

Diseño en el estado seco

$$\text{- Cemento} = 344.64 \text{ kg}$$

$$\text{- Agregado fino} = 844.56$$

$$\text{- Agregado grueso} = 958.2 \text{ kg}$$

$$\text{- Agua} = 193 \text{ lt}$$

Corrección por humedad de los agregado

$$\text{Peso seco} \times \frac{w \%}{100} + 1$$

$$\text{Agregado fino} = 844.56 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 844.56 \times \left(\frac{10.83}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado fino} = 936.03 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 958.2 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 958.2 \text{ kg} \times \left(\frac{0.32}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado grueso} = 961.27 \text{ kg}$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\frac{(\%w - \% \text{ abs}) \times \text{agregado seco}}{100}$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{(10.83 - 2.32) \times 844.56}{100}$$

$$\text{Agregado fino} = 71.87 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{(0.32 - 1.72) \times 958.2}{100}$$

$$\text{Agregado grueso} = -13.41 \text{ lt}$$

$$\Sigma = 57.59 \text{ lt}$$

Agua efectiva

$$\text{Agua} = 193 \text{ lt} - (57.59 \text{ lt})$$

$$\text{Agua} = 135.41 \text{ lt}$$

Proporcionamiento del diseño

Tabla 20

Proporcionamiento del diseño

Cemento	A. fino	A. grueso	Agua
344.64 kg	936.03 kg	961.27 kg	135.41 lt
1	2.72	2.79	16.70

Nota. A continuación, la siguiente tabla N°21 muestra el proporcionamiento del diseño de mezcla que se utilizó

Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento

Se realizó el diseño de mezcla con cemento, grava, arena y agua.

Figura 19

Diseño de Mezcla



Nota. En la figura muestra la preparación y el diseño de mezcla

Fuente: Elaboración propia

Ponemos las briquetas en un lugar plano, para ser colocado la mezcla de acuerdo a la norma ACI 211.

Figura 20

Moldes de briquetas



Nota. En la figura se evidencia el encerado de los moldes para ser llenado con la mezcla preparada.

Fuente: Elaboración propia

Rellenar el molde uniformemente en 3 capas iguales cada capa se debe compactar con 25 golpes con ayuda de una varilla, distribuyéndolas uniformemente en el molde.

Figura 21

Moldes con mezcla de concreto



Nota. En la figura muestra el proceso de colocación de la mezcla y los golpes con la varilla en 3 capas

Fuente: Elaboración propia.

Una vez compactado cada capa, golpee ligeramente los bordes del molde de 10 a 15 veces con un mazo de goma para liberar las burbujas de aire.

Figura 22

Probetas de concreto terminadas de elaborar



Nota. En la figura se muestra el chuseo o golpe la varilla en la capa final del molde.

Fuente: Elaboración propia

Después se procedió a someterse al simulador portátil los moldes con la mezcla en tiempos diferentes a los 15 min, 30 min y 45 min.

Figura 23

Simulador artificial de lluvia, en proceso de funcionamiento



Nota. En la figura se evidencia el simulador portátil de la precipitación pluvial

Fuente: Elaboración propia

Figura 24

Moldes de briquetas con mezcla de concreto sometidos al simulador portátil en tiempos de 15 min, 30min y 45 min



Nota. En la figura se muestra los moldes del concreto sometidos a la precipitación pluvial, en los diferentes tipos de lluvia Leve, Moderada y Fuerte.

Fuente: Elaboración propia.

Después de ello se realiza el desmoldado de las briquetas después de 18 o 24 horas.

Figura 25

Proceso de desmoldación de las briquetas después de 24 horas



Nota. En la figura se muestra desmoldado las briquetas, para llevar al siguiente paso que viene ser el curado.

Fuente: Elaboración propia

Después de ser desmoldadas las briquetas, es sometido a la posa del curado hasta la edad requerida para la rotura de briqueta.

Figura 26

Proceso del curado de probetas después del desmoldado de los moldes en un tiempo de 24 horas



Nota. En esta figura observamos el proceso del curado para ser llevado a la rotura

Fuente: Elaboración propia

Prueba de resistencia a la compresión del hormigón.

Se realizaron pruebas de compresión a las briquetas y se calculó el esfuerzo de compresión para el área total de la muestra (A_g) como lo muestra la NTP 399. 604. Las muestras deben ser ensayadas a los 28 días preferentemente con un curado periódico durante los primeros 7 días.

Figura 27

Prueba de resistencia a la compresión del hormigón



Nota. En esta figura muestra la rotura de las probetas en el laboratorio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 28

Proceso de rotura de briquetas en la maquina a compresión



Nota. En la figura se observa el proceso de la rotura de las briquetas en la maquina a compresión para determinar su resistencia

Fuente: Elaboración propia

Resultados del laboratorio

Tabla 21

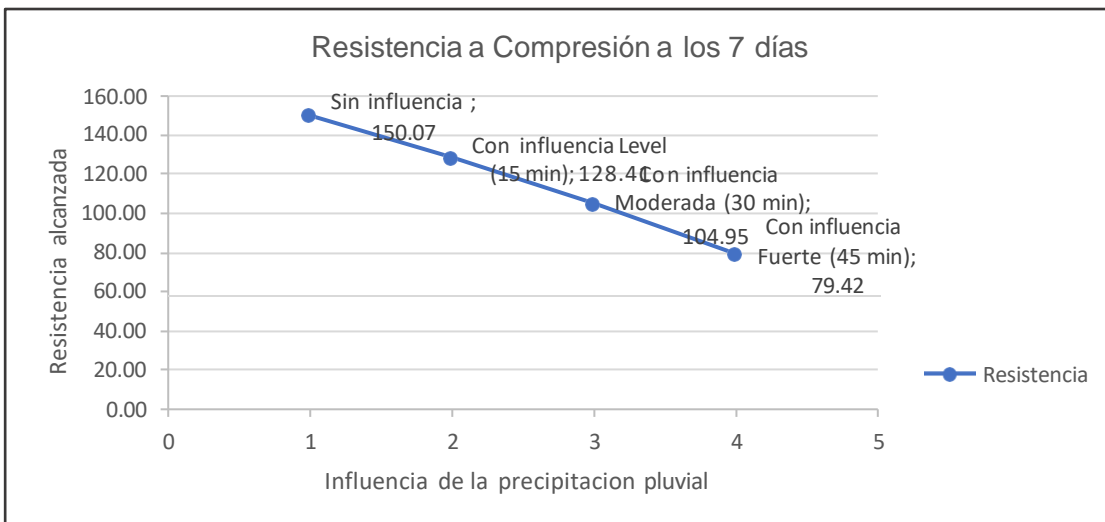
Resultados del laboratorio de la rotura de briquetas en la edad de los 7 días en 15 min,30min y 45 min

N°	Identificación de Muestras	Medidas (cm)		Edad (Días)	Carga Máxima (kg-f)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	Resistencia Alcanzada (kg/cm ²)	Resistencia (%)	Tipo de Falla
		H	D						
1	Briqueta Patrón - 7 Días	30.00	15.02	7	27294	210.00	154.05	73.36	cono
2	Briqueta Patrón - 7 Días	30.00	15.03	7	25642	210.00	144.53	68.82	cono
3	Briqueta Patrón - 7 Días	30.00	15.01	7	26829	210.00	151.62	71.20	cono
4	Briqueta (15 min) - 7 Días	30.00	15.02	7	22633	210.00	127.74	60.83	semi cono
5	Briqueta (15 min) - 7 Días	30.00	15.03	7	23682	210.00	133.48	63.56	semi cono
6	Briqueta (15 min) - 7 Días	30.00	15.01	7	21944	210.00	124.02	59.06	cono
7	Briqueta (30 min) - 7 Días	30.00	15.02	7	18182	210.00	102.62	48.87	semi cono
8	Briqueta (30 min) - 7 Días	30.00	15.03	7	19632	210.00	106.65	52.69	semi cono
9	Briqueta (30 min) - 7 Días	30.00	15.01	7	18680	210.00	105.57	50.27	cono
10	Briqueta (45 min) - 7 Días	30.00	15.02	7	14356	210.00	81.02	38.58	semi cono
11	Briqueta (45 min) - 7 Días	30.00	15.03	7	13764	210.00	77.58	36.94	semi cono
12	Briqueta (45 min) - 7 Días	30.00	15.01	7	14097	210.00	79.67	37.94	cono

Nota. En esta tabla N°21 se evidencia los resultados obtenidos del laboratorio en la rotura de las briquetas en la edad de los 7 días en los tiempos de 15 min,30 min y 45 min. Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Resultado de la resistencia a la compresión en la edad de los 7 días

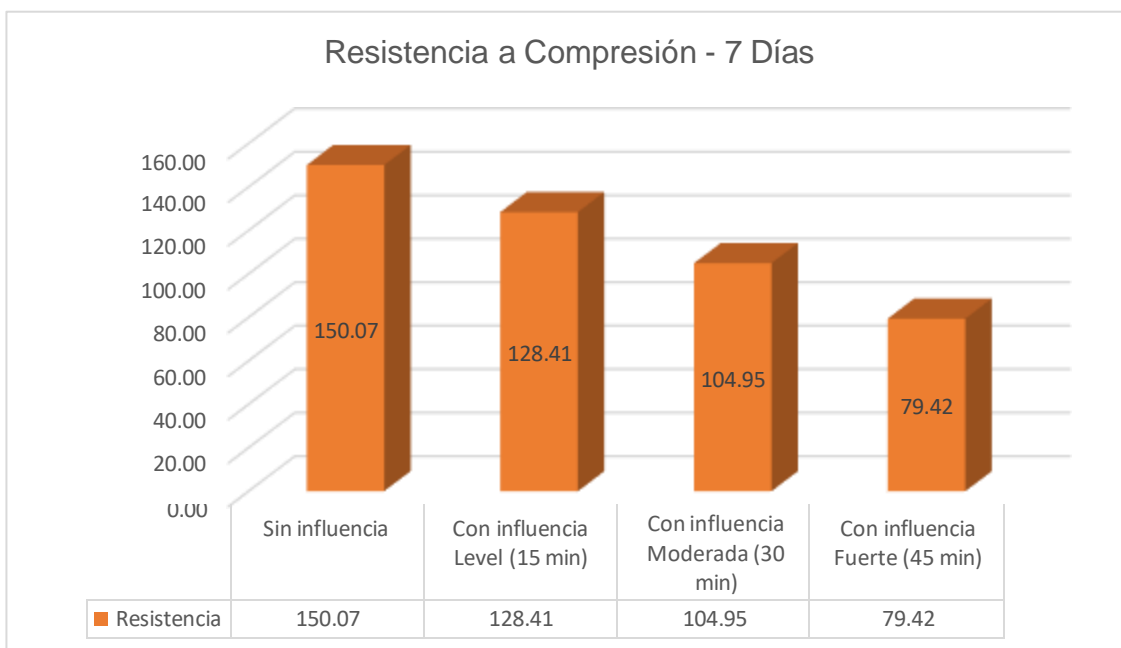


Nota. En este gráfico lineal se evidencia los resultados de la resistencia a compresión en la edad de los 7 días

Fuente: Elaboración propia

Figura 30

Resultados de barras de la resistencia a compresión en la edad de los 7 días.



Nota. En este gráfico de barras se evidencia el resultado de la resistencia a compresión en los 7 días, y como ha influenciado la lluvia en los 15 min, 30 min y 45 min

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

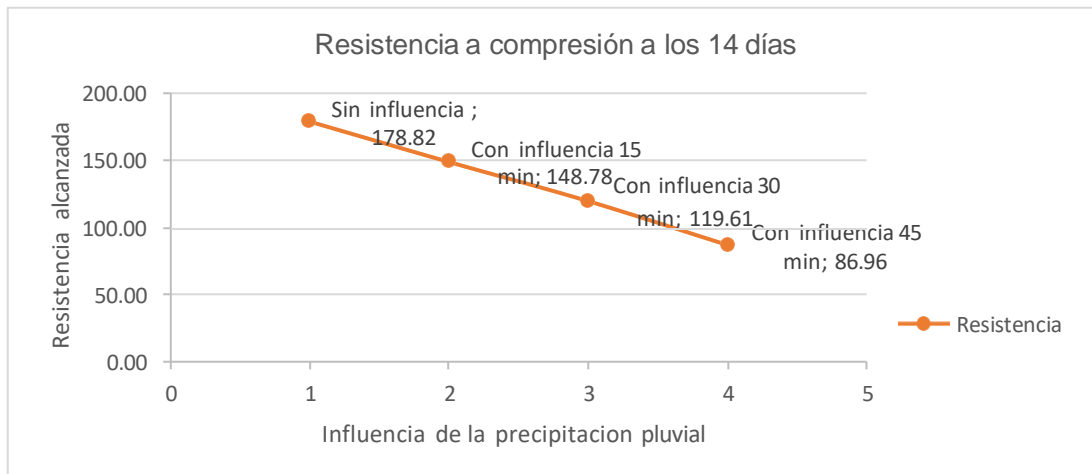
Resultados del laboratorio de la rotura de briquetas en la edad de los 14 días en 15 min,30 min y 45 min

N°	Identificación De Muestras	Medidas (cm)		Edad (Días)	Carga máxima (kg-f)	Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia Alcanzada (Kg/cm ²)	Resistencia (%)	Tipo de falla
		H	D						
1	Briqueta Patrón - 14 Días	30.00	15.02	14	30997	210.00	180.95	84.19	Superficial
2	Briqueta Patrón - 14 Días	30.00	15.04	14	31410	210.00	179.69	83.50	Superficial
3	Briqueta Patrón - 14 Días	30.00	15.01	14	30166	210.00	175.81	81.18	Superficial
4	Briqueta (15 min) - 14 Días	30.00	15.02	14	24181	210.00	150.57	64.99	Cono y hendedura
5	Briqueta (15 min) - 14 Días	30.00	15.04	14	25328	210.00	148.32	67.89	Semi cono
6	Briqueta (15 min) - 14 Días	30.00	15.01	14	24298	210.00	147.44	65.39	Cono y hendedura
7	Briqueta (30 min) - 14 Días	30.00	15.02	14	23363	210.00	118.96	62.79	Columnar
8	Briqueta (30 min) - 14 Días	30.00	15.04	14	24474	210.00	119.76	62.60	Cono y hendedura
9	Briqueta (30 min) - 14 Días	30.00	15.01	14	22487	210.00	120.10	60.52	Columnar
10	Briqueta (45 min) - 14 Días	30.00	15.02	14	15798	210.00	89.16	42.46	Columnar
11	Briqueta (45 min) - 14 Días	30.00	15.04	14	15179	210.00	85.44	40.69	Columnar
12	Briqueta (45 min) - 14 Días	30.00	15.01	14	176.95	210.00	86.29	41.09	Cono y corte

Nota. En esta tabla N°22 se evidencia los resultados de la resistencia a compresión del patrón y con influencia de la lluvia en 15 min, 30 min y 45 min en la edad de los 14 días. Fuente: Elaboración propia.

Figura 31

Resultado de la resistencia a compresión en los 14 días

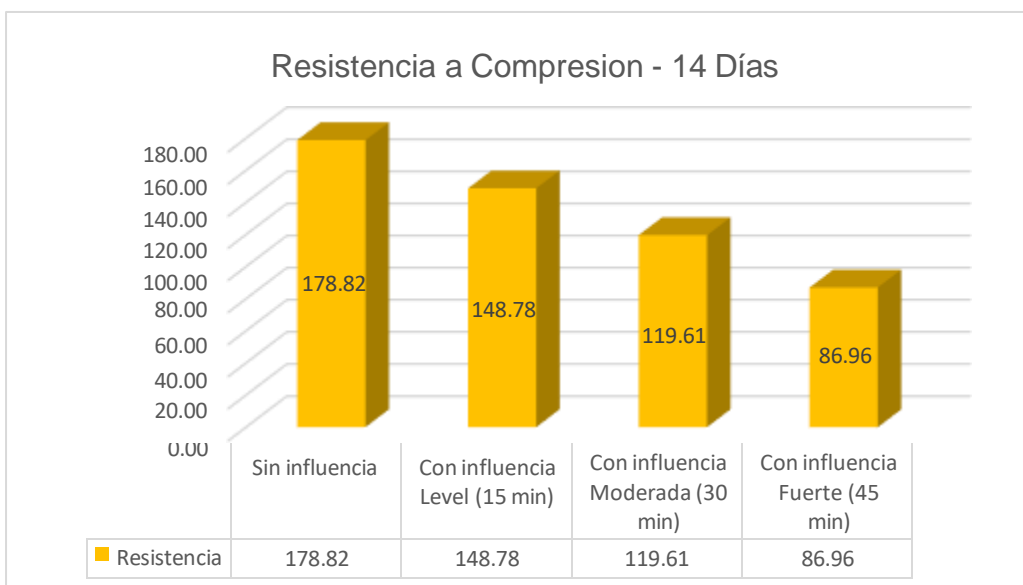


Nota. En este gráfico de líneas evidencia los resultados de la resistencia a compresión en la edad de los 14 días

Fuente: Elaboración propia.

Figura 32

Resultados en barras de la resistencia a compresión en la edad de los 14 días



Nota. En este gráfico de barras muestra el resultado de la resistencia a compresión en los 14 días, y como ha influenciado la lluvia en los 15 min, 30 min y 45 min

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Resultados del laboratorio de la rotura de briquetas en la edad de los 21 días en 15 min,30min y 45 min.

N°	Identificación de Muestras	Medidas (cm)		Edad (Días)	Carga Máxima (kg-f)	Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia Alcanzada (Kg/cm ²)	Resistencia (%)	Tipo de Falla
		H	D						
1	Briqueta Patrón - 21 Días	30.00	15.00	21	35724	210.00	180.95	96.27	Semi Cono
2	Briqueta Patrón - 21 Días	30.00	15.00	21	35686	210.00	179.69	95.17	Columnar
3	Briqueta Patrón - 21 Días	30.00	15.02	21	34497	210.00	175.81	92.71	Semi Cono
4	Briqueta (15 min) - 21 Días	30.00	15.00	21	26128	210.00	150.57	75.41	Cono y corte
5	Briqueta (15 min) - 21 Días	30.00	15.00	21	27138	210.00	148.32	73.13	Semi Cono
6	Briqueta (15 min) - 21 Días	30.00	15.02	21	26268	210.00	147.44	70.60	Cono y corte
7	Briqueta (30 min) - 21 Días	30.00	15.00	21	25700	210.00	118.96	69.26	Semi Cono
8	Briqueta (30 min) - 21 Días	30.00	15.00	21	25831	210.00	119.76	69.61	Semi Cono
9	Briqueta (30 min) - 21 Días	30.00	15.02	21	25992	210.00	120.10	69.86	Semi Cono
10	Briqueta (45 min) - 21 Días	30.00	15.00	21	17113	210.00	89.16	46.12	Semi Cono
11	Briqueta (45 min) - 21 Días	30.00	15.00	21	17035	210.00	85.44	45.91	Semi Cono
12	Briqueta (45 min) - 21 Días	30.00	15.02	21	17316	210.00	86.29	46.54	Semi Cono

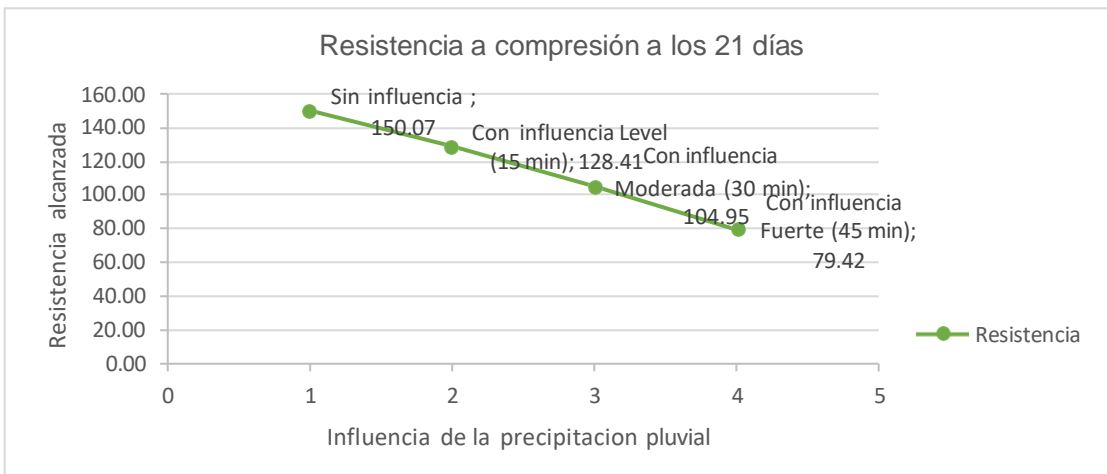
Nota. En esta tabla N°24 muestra los resultados de la resistencia a compresión del patrón y con influencia de la lluvia en 15

min,30min y45 min en la edad de los 21 días.

Fuente: Elaboración propia

Figura 33

Resultados de la resistencia a compresión en los 21 días

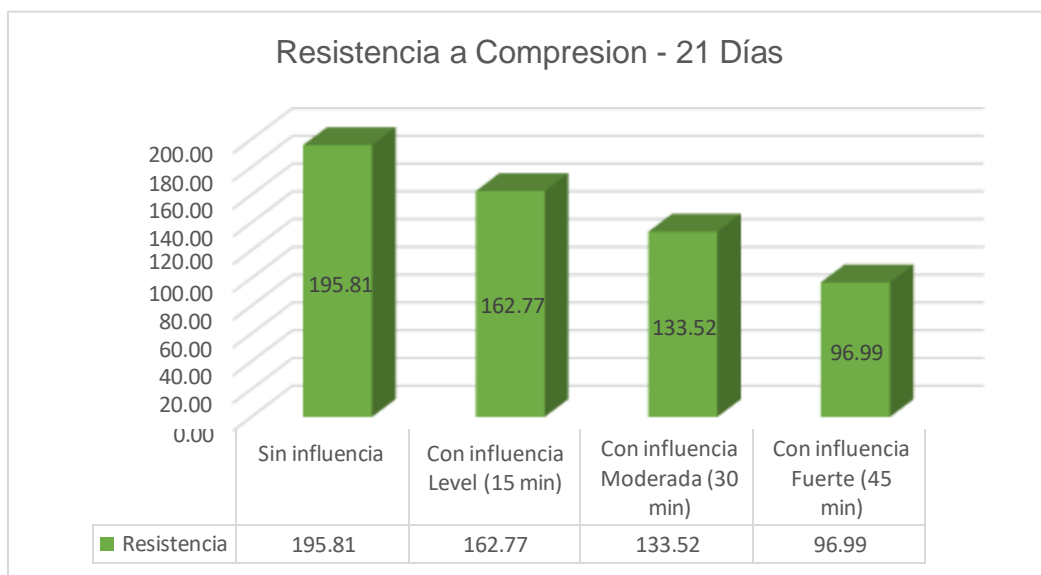


Nota. En este grafico lineal muestra los resultados de la resistencia a compresión en la edad de los 21 días

Fuente: Elaboración propia.

Figura 34

Resultados en barras de la resistencia a compresión en la edad de los 21 días



Nota. En este gráfico de barras muestra el resultado de la resistencia a compresión en los 21 días, y como ha influenciado la lluvia en los 15 min,30 min y 45 min

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Resultados del laboratorio de la rotura de briquetas en la edad de los 28 días en 15 min,30 min y 45 min

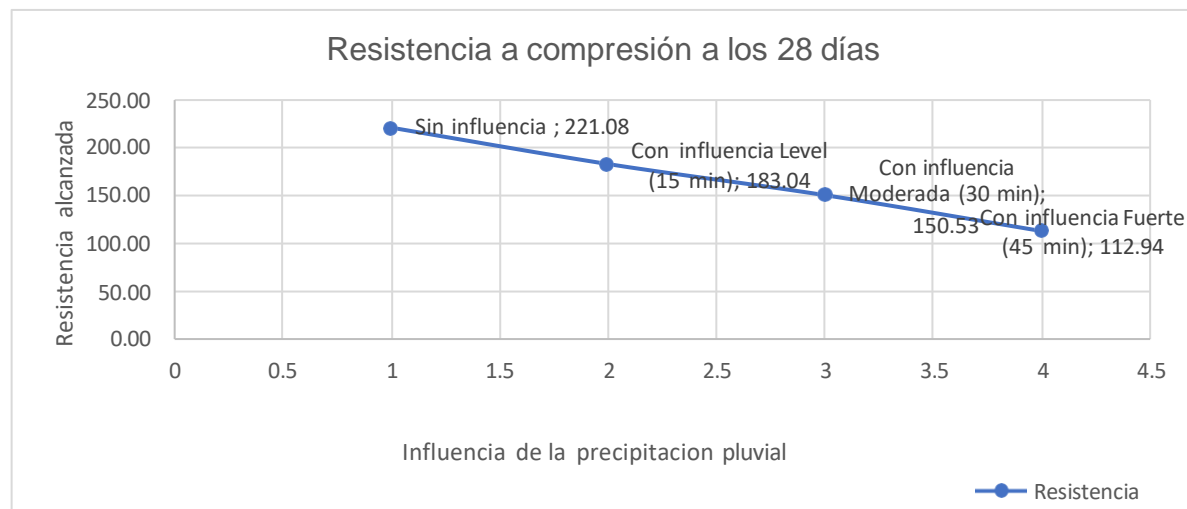
N°	Identificación de Muestras	Medidas (cm)		Edad (Días)	Carga Máxima (kg-f)	Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia Alcanzada (Kg/cm ²)	Resistencia (%)	Tipo de Falla
		H	D						
1	Briqueta Patrón - 28 Días	30.00	15.03	28	39352	210.00	221.81	105.62	Semi cono
2	Briqueta Patrón - 28 Días	30.00	15.01	28	38033	210.00	220.94	102.35	Cono y Corte
3	Briqueta Patrón - 28 Días	30.00	15.02	28	37650	210.00	220.49	101.19	Desprendimiento
4	Briqueta (15 min) - 28 Días	30.00	15.03	28	30006	210.00	180.13	85.16	Semi cono
5	Briqueta (15 min) - 28 Días	30.00	15.01	28	30817	210.00	176.16	82.93	Cono y Corte
6	Briqueta (15 min) - 28 Días	30.00	15.02	28	31687	210.00	192.84	80.54	Cono y Corte
7	Briqueta (30 min) - 28 Días	30.00	15.03	28	28009	210.00	148.87	75.18	Cono y Corte
8	Briqueta (30 min) - 28 Días	30.00	15.01	28	28710	210.00	147.25	77.26	Cono
9	Briqueta (30 min) - 28 Días	30.00	15.02	28	28253	210.00	155.46	75.93	Semi cono
10	Briqueta (45 min) - 28 Días	30.00	15.03	28	20080	210.00	113.18	53.90	Semi cono
11	Briqueta (45 min) - 28 Días	30.00	15.10	28	19195	210.00	108.48	51.66	Cono
12	Briqueta (45 min) - 28 Días	30.00	15.02	28	20760	210.00	117.17	55.79	Cono

Nota. En esta tabla N°24 muestra los resultados de la resistencia a compresión del patrón y con influencia de la lluvia en 15 min,30min y 45 min

en la edad de los 28 días. Fuente: Elaboración propia

Figura 35

Resultados de la resistencia a compresión en los 28 días

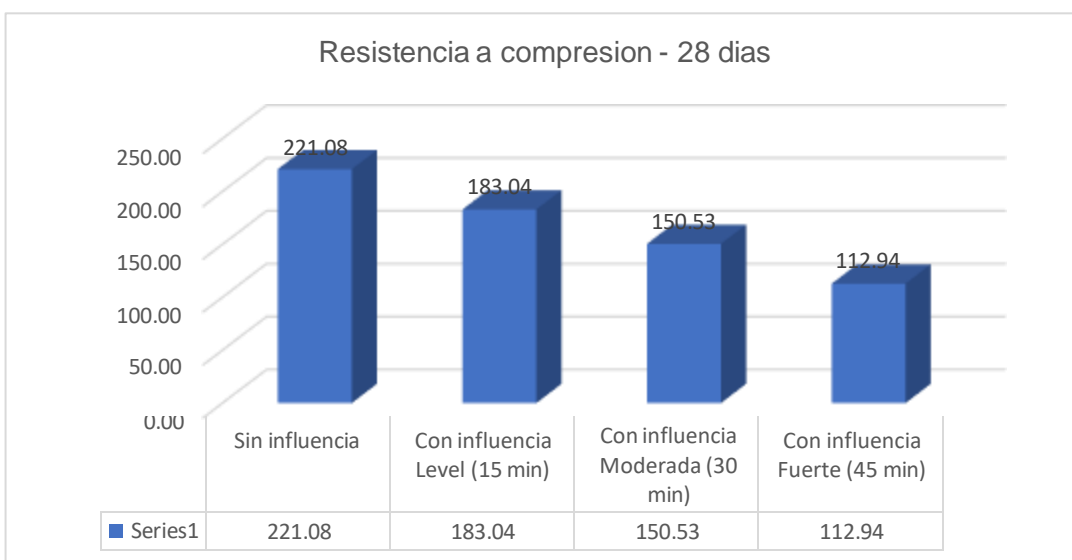


Nota. En este gráfico de líneas muestra los resultados de la resistencia a compresión en la edad de los 28 días

Fuente: Elaboración propia

Figura 36

Resultados en barras de la resistencia a compresión en la edad de los 28 días



Nota. En este gráfico de barras muestra el resultado de la resistencia a compresión en los 28 días, y como ha influenciado la lluvia en los 15 min, 30 min y 45 min

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Comparación de promedios de la resistencia a compresión con influencia y sin influencia

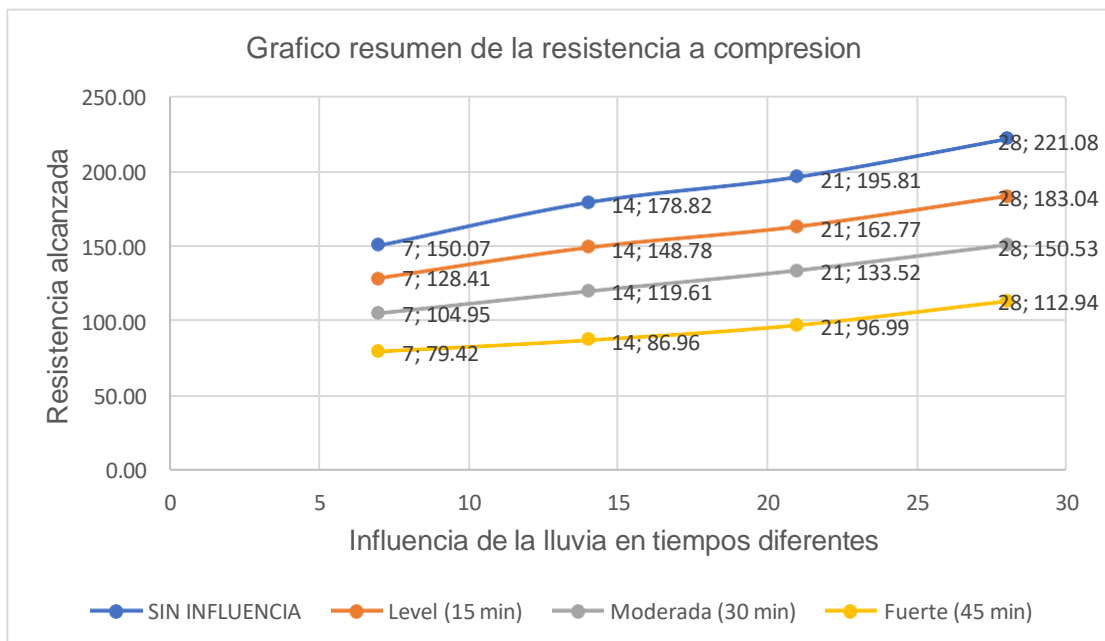
Días	Sin influencia	Con influencia Leve (15 min)	Con influencia Moderada (30 min)	Con influencia Fuerte (45 min)
7	150.07	128.41	104.95	79.42
14	178.82	148.78	119.61	86.96
21	195.81	162.77	133.52	96.99
28	221.08	183.04	150.53	112.94

Nota. En esta tabla N°25, se muestra la comparación de los promedios de cada muestra sin influencia de la precipitación pluvial, y con influencia de la precipitación pluvial en tiempos y edades diferentes

Fuente: Elaboración propia

Figura 37

Gráfico de comparación de la resistencia a compresión de los 7,14,21 y 28 días



Nota. En este gráfico se muestra un resumen del resultado de la resistencia a compresión del concreto patrón y del concreto con influencia de la precipitación pluvial en las edades de 7,14,21 y 28.

Fuente: Elaboración propia.

Discusión de resultados

Para una mezcla de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ diseñado para los 7,14 ,21 y 28 días de edad, sometido a la precipitación pluvial Leve especialmente a los 28 días alcanzo a una fuerza de 184.04 kg/cm^2 , lo cual no supera al diseño establecido de 210 kg/cm^2 , su resistencia baja en 12 %.

Para una mezcla de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ diseñado para los 7,14 ,21 y 28 días de edad, sometido a la precipitación pluvial Moderada especialmente a los 28 días alcanzo a una fuerza de 150.53 kg/cm^2 , lo cual no supera al diseño establecido de 210 kg/cm^2 , su resistencia baja en 28 %.

Para una mezcla de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ diseñado para los 7,14 ,21 y 28 días de edad, sometido a la precipitación pluvial fuerte especialmente a los 28 días alcanzo a una fuerza de 112.94 kg/cm^2 , lo cual no supera al diseño establecido de 210 kg/cm^2 , su resistencia baja en 45 %.

Elamary et al(2015), "**Estudio experimental sobre el efecto de la lluvia sobre hormigón fresco**", concluyeron que la lluvia afecta a los 28 días a la fuerza compresiva del hormigón fresco y reduce su resistencia del 10% al 30%.

Medina(2018), "**La incorporación de la precipitación pluvial en el desempeño del hormigón como aporte a la construcción**" concluyo que el agua de lluvia afecta a entre un 20 % a 30% a la mezcla lo cual reduce la resistencia a la compresión, debido a que la lluvia contiene óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, lo que hace que esta cambie sus propiedades.

Espinoza Daniel (2019), "**Influencia de las precipitaciones pluviales en la resistencia del concreto para losas aligeradas en la localidad de huancavelica,2019**" los autores llegaron a la conclusión que si influye en un 30% y 40% de la resistencia del diseño.

Prueba de hipótesis

Resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en diferentes edades del concreto

Resistencia a la edad de 7 días (kg/cm²)

Hipótesis nula (H_0): La influencia de la precipitación pluvial no influye en la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay.

Hipótesis alterna (H_1): La influencia de la precipitación pluvial (Leve, moderada y fuerte) Si influye en la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay.

Tabla 26

Datos y estadísticos principales de la resistencia a la edad de 7 días(kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.

Resistencia a 7 días (kg/cm ²)	Sin lluvia	Lluvia leve	Lluvia moderada	Lluvia fuerte	Global
R1	154.05	127.74	102.62	81.02	
R2	144.53	133.48	106.65	77.58	
R3	151.62	124.02	105.57	79.67	
Suma	450.20	385.24	314.84	238.27	1,388.55
Promedio	150.07	128.41	104.95	79.42	115.71
Desv. Est.	4.95	4.77	2.09	1.73	27.69

Nota. En esta tabla se muestra los datos y estadísticos principales de la resistencia en la edad de los 7 días del concreto bajo la influencia de la lluvia.

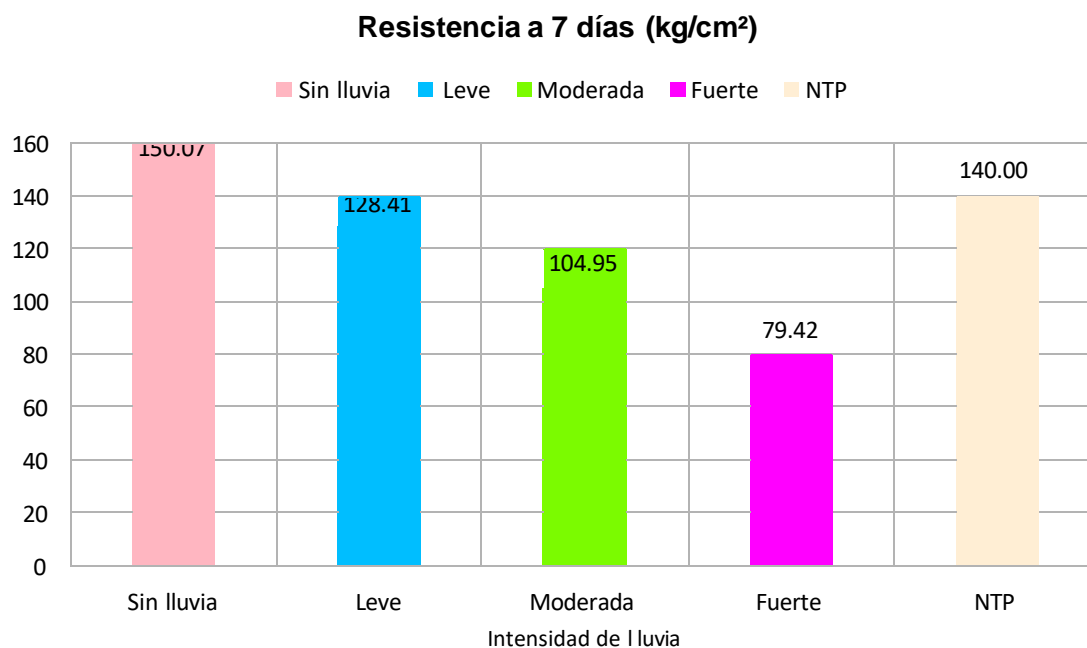
Fuente: Elaboración propia

La tabla (26) evidencia los datos observados en los ensayos y estadísticos principales de la Fuerza a la edad de 7 días (kg/cm²) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte) en las construcciones de Abancay, en ella se visualiza que para el concreto Sin lluvia la fuerza compresiva es de 150.07 kg/cm², en cambio para el concreto influenciada con una Luvia leve la resistencia es de 128.41 kg/cm², luego para el concreto influenciada con una Lluvia moderada la Fuerza es de 104.95 kg/cm² y para el concreto influenciada con una Lluvia fuerte la resistencia es de 79.42kgcm².

En la figura (38) se muestra gráficamente los promedios de la fuerza compresiva a la edad de 7 días (kg/cm^2).

Figura 38

Promedios de la Resistencia a la edad de 7 días (kg/cm^2) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.



Nota. En el gráfico de barras se muestra los resultados del concreto sin lluvia y con diferentes tipos de lluvia en la edad de los 7 días.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Análisis de varianza de los promedios de la Resistencia a la edad de 7 días (kg/cm^2) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	F crítico	Sig.
Intensidad de lluvia	8,322.98	3	2,774.33	203.49	0.000	4.07	
Error	109.07	8	13.63				
Total	8,432.05	11					
CV (%)	3.19					Promed.	115.71

Nota. En la tabla se muestra los resultados del Análisis de Varianza de la resistencia a

la edad de los 7 días.

Fuente: Elaboración propia

La tabla (28) muestra el análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de la Fuerza compresiva a los 7 días (kg/cm^2) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte), se evidencia que el **Valor P es 0.00 menor a 0.05**, por lo tanto, estadísticamente existe discrepancia entre los promedios de Intensidad de lluvia, es decir al menos dos de los tratamientos, estadísticamente tienen los promedios diferentes. El coeficiente de variación es 3.20%.

Tabla 28

Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de 7 días (kg/cm^2) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.

Nivel de lluvia	Promedio (kg/cm^2)	Grupo
Sin lluvia	150.07	A
Leve	128.41	B
Moderada	104.95	C
Fuerte	79.42	D

Nota. En la tabla N° 28, muestra los resultados de la Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de los 7 días.

Fuente: Elaboración propia

La tabla (29) evidencia la comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de 7 días (kg/cm^2) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte), en ella se evidencia que el concreto expuesto a niveles de lluvia moderada y fuerte tiene significativamente menores promedios de resistencia (104.95 kg/cm^2 y 79.42 kg/cm^2 respectivamente) en comparación con el concreto bajo condiciones de lluvia leve (128.41 kg/cm^2) y sin lluvia (150.07 kg/cm^2).

Estas discrepancias resaltan el efecto negativo de la lluvia en la fuerza compresiva del concreto. Al relacionar estos resultados con los estándares de la NTP, indica que los valores promedio de resistencia del concreto bajo lluvia moderada y fuerte caen por debajo del rango especificado por la normativa para una edad de 7 días (al menos 140

kg/cm² para concreto $f'c=210$), se ve una reducción a la calidad del concreto en condiciones de lluvia intensa, lo que podría tener complicaciones para el diseño y la construcción de estructuras.

La fuerza compresiva del concreto a los 7 días para construcción de vivienda varía según la normativa del país en cuestión y las especificaciones del proyecto. En el caso de Perú, la Norma Técnica Peruana para el Diseño establece que la resistencia mínima a la compresión del concreto a los 7 días debe ser de al menos 140 kg/cm² para concreto $f'c=210$ kg/cm².

Resistencia a la edad de 14 días (kg/cm²)

Hipótesis nula (H_0): La influencia de la precipitación pluvial no influye en la resistencia $f'c=210$ kg/cm² en las construcciones de Abancay.

Hipótesis alterna (H_1):La influencia de la precipitación pluvial (Leve, moderada y fuerte) Si influye en la resistencia $f'c=210$ kg/cm² en las construcciones de Abancay.

Tabla 29

Datos estadísticos principales de la Resistencia a la edad de 14 días (kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.

Resistencia a 14 días (kg/cm ²)	Sin lluvia	Lluvia leve	Lluvia moderada	Lluvia fuerte	Global
R1	180.95	150.57	118.96	89.16	
R2	179.69	148.32	119.76	85.44	
R3	175.81	147.44	120.1	86.29	
Suma	536.45	446.33	358.82	260.89	1,602.49
Promedio	178.82	148.78	119.61	86.96	133.54
Desv. Est.	2.68	1.61	0.59	1.95	35.63

Nota. En la tabla N° 29, se obtiene los datos estadísticos principales de la Resistencia a la edad de los 14 días

Fuente: Elaboración propia.

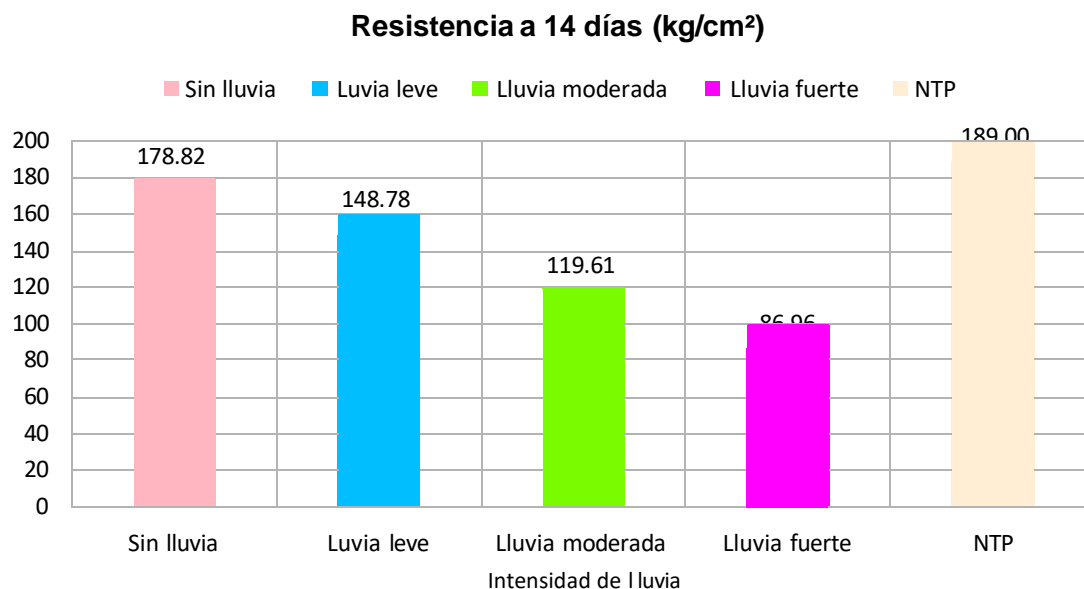
La tabla (29) muestra los datos observados en los ensayos y estadísticos principales de la fuerza compresiva a los 14 días (kg/cm²) del hormigón , bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte) en las construcciones

de Abancay, en ella se visualiza que para el concreto Sin lluvia la resistencia es de 178.82 kg/cm², mientras que para el concreto influenciada con una Luvia leve la fuerza compresiva es de 148.78 kg/cm², luego para el concreto influenciada con una Lluvia moderada la resistencia es de 119.61 kg/cm² y para el hormigón influenciada con una Lluvia fuerte la fuerza compresiva es de 86.96 kg/cm².

En la figura (39) se muestra gráficamente los promedios de la fuerza compresiva a la edad de 14 días (kg/cm²).

Figura 39

Promedios de la Resistencia a la edad de 14 días (kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.



Nota. En el gráfico de barras se muestra los resultados del concreto sin lluvia y con diferentes tipos de lluvia en la edad de los 14 días

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Análisis de varianza de los promedios de la Resistencia a la edad de 14 días (kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	F crítico	Sig.
Intensidad de lluvia	13,936.97	3	4,645.66	1,334.50	0.000	4.07	
Error	27.85	8	3.48				
Total	13,964.82	11					
CV (%)	1.40				Promed.	133.54	

Nota. En la tabla N°30, se obtiene los datos del Análisis de Varianza de a resistencia en la edad de los 14 días.

Fuente: Elaboración propia

La tabla (30) indica el análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de la fuerza compresiva en los 14 días de edad (kg/cm²) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte), en ella se evidencia que el Valor P es 0.00 menor a 0.05, por lo tanto, estadísticamente existe un desacuerdo altamente variado entre los promedios de Intensidad de lluvia, es decir al menos dos de los tratamientos, estadísticamente tienen los promedios diferentes.

El coeficiente de variación es 1.40%.

Tabla 31

Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de 14 días (kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.

Nivel de lluvia	Promedio (kg/cm ²)	Grupo
Sin lluvia	178.82	A
Leve	148.78	B
Moderada	119.61	C
Fuerte	86.96	D

Nota. En la tabla N°31, muestra los resultados de la Comparación Múltiple de Tukey de los promedios de la resistencia a la edad de los 14 días.

Fuente: Elaboración propia

La tabla (31) da a conocer la comparación múltiple de Tukey de los promedios de la fuerza compresiva a los 14 días de edad (kg/cm^2) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte), en ella se evidencia que el concreto expuesto a niveles de lluvia moderada y fuerte tiene promedios de fuerza compresiva considerablemente menores (119.61 kg/cm^2 y 86.96 kg/cm^2 respectivamente) en comparación con el concreto bajo condiciones de lluvia leve (148.78 kg/cm^2) y sin lluvia (178.82 kg/cm^2).

Estas discrepancias sugieren una relación negativa entre la intensidad de la lluvia y la resistencia del concreto a los 14 días. Al comparar estos resultados con los estándares de la Norma Técnica Peruana, se observa que los valores promedio de resistencia del concreto bajo lluvia y sin lluvia se encuentran por debajo del rango especificado por la normativa para una edad de 14 días (al menos de 90% de 210 kg/cm^2 (189 kg/cm^2) para concreto $f'c=210$), lo que indica una disminución en la calidad del concreto en condiciones de lluvia según los estándares establecidos para la construcción de viviendas en Perú.

Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm^2)

Hipótesis nula (H_0): La influencia de la precipitación pluvial no influye en la resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay.

Hipótesis alterna (H_1): La influencia de la precipitación pluvial (Leve, moderada y fuerte) Si influye en la resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en las construcciones de Abancay.

Tabla 32

Datos estadísticos principales de la Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm^2) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia

Resistencia a 21 días (kg/cm^2)	Sin lluvia	Lluvia leve	Lluvia moderada	Lluvia fuerte	Global
R1	202.16	162.59	134.18	96.84	
R2	190.56	162.59	133.23	96.4	
R3	194.7	163.14	134.16	97.73	
Suma	587.42	488.32	401.57	290.97	1,768.28
Promedio	195.81	162.77	133.86	96.99	147.36
Desv. Est.	5.88	0.32	0.54	0.68	38.12

Nota. En la tabla N°32, muestra los datos principales estadísticos de la resistencia a los 21 días.

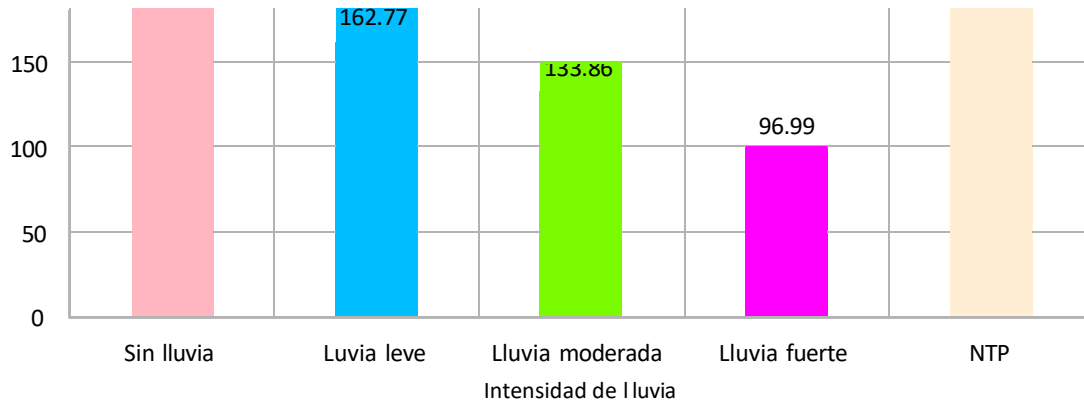
Fuente: Elaboración propia

La tabla (32) evidencia los valores observados en los ensayos y estadísticos principales de la Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm^2) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte) en las construcciones de Abancay, en ella se visualiza que para el concreto Sin lluvia la fuerza compresiva es de 195.81 kg/cm^2 , mientras que para el concreto influenciada con una Luvia leve la fuerza compresiva es de 162.77 kg/cm^2 , luego para el concreto influenciada con una Lluvia moderada la fuerza compresiva es de 133.86 kg/cm^2 y para el concreto influenciada con una Lluvia fuerte la fuerza compresiva es de 96.99 kg/cm^2 .

En la figura (40) se identifica gráficamente los promedios de fuerza compresiva a la edad de 21 días (kg/cm^2).

Figura 40

Promedios de la Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.



Nota. En la figura (40) se identifica gráficamente los promedios de fuerza compresiva a la edad de 21 días (kg/cm²).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Análisis de varianza de los promedios de la Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	F crítico	Sig.
Intensidad de lluvia	15,912.38	3	5,304.13	599.11	0.000	4.07	
Error	70.83	8	8.85				
Total	15,983.21	11					
CV (%)	2.02				Promed	147.36	

Nota. En la tabla N°33, muestra los resultados del Análisis de varianza de los promedios de la resistencia en la edad de los 21 días.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla (33) muestra el análisis de varianza (ANOVA) los promedios de la Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm^2) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte), se evidencia que el Valor P es 0.00 menor a 0.05, por lo tanto, estadísticamente existe discrepancia alta entre los promedios de Intensidad de lluvia, es decir al menos dos de los tratamientos, estadísticamente tienen los promedios diferentes.

El coeficiente de variación es 2.02%.

Tabla 34

Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de 21 días (kg/cm^2) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.

Nivel de lluvia	Promedio (kg/cm^2)	Grupo
Sin lluvia	195.81	A
Leve	162.77	B
Moderada	133.86	C
Fuerte	96.99	D

Nota. En la tabla N°34 se evidencia la Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la resistencia en la edad de los 21 días.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla (34) muestra la comparación múltiple de Tukey de los promedios de la fuerza compresiva a la edad de 21 días (kg/cm^2) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte), en ella se evidencia que el concreto expuesto a lluvias moderadas y fuertes exhibe promedios de la fuerza compresiva notablemente más bajos (133.86 kg/cm^2 y 96.99 kg/cm^2 respectivamente) en comparación con el concreto bajo lluvia leve (162.77 kg/cm^2) y sin lluvia (195.81 kg/cm^2).

Estas discrepancias sugieren una relación negativa entre la intensidad de la lluvia y la fuerza compresiva del concreto a los 21 días.

Al comparar estos resultados con los estándares de la NTP, se observa que los valores promedio de resistencia del concreto se encuentran por debajo del rango especificado por la normativa para una edad de 21 días (al menos de 95% de 210 kg/cm^2

(199.5 kg/cm²) para hormigón $f_c=210$), lo que indica una posible disminución en la calidad del concreto en condiciones de lluvia intensa, lo que podría afectar la construcción de viviendas según los estándares establecidos en Perú.

Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm²)

Hipótesis nula (H_0): La influencia de la precipitación pluvial no influye en la resistencia $f_c=210$ kg/cm² en las construcciones de Abancay.

Hipótesis alterna (H_1): La influencia de la precipitación pluvial (Leve, moderada y fuerte) Si influye en la resistencia $f_c=210$ kg/cm² en las construcciones de Abancay

Tabla 35

Datos y estadísticos principales de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.

Resistencia a 28 días (kg/cm ²)	Sin lluvia	Lluvia leve	Lluvia moderada	Lluvia fuerte	Global
R1	221.81	180.13	148.87	113.18	
R2	220.94	176.16	147.25	108.48	
R3	220.49	192.84	155.46	117.17	
Suma	663.24	549.13	451.58	338.83	2,002.78
Promedio	221.08	183.04	150.53	112.94	166.90
Desv. Est.	0.67	8.71	4.35	4.35	41.95

Nota. En esta tabla N°35, se muestra los datos y estadísticos principales de la resistencia a la edad de los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

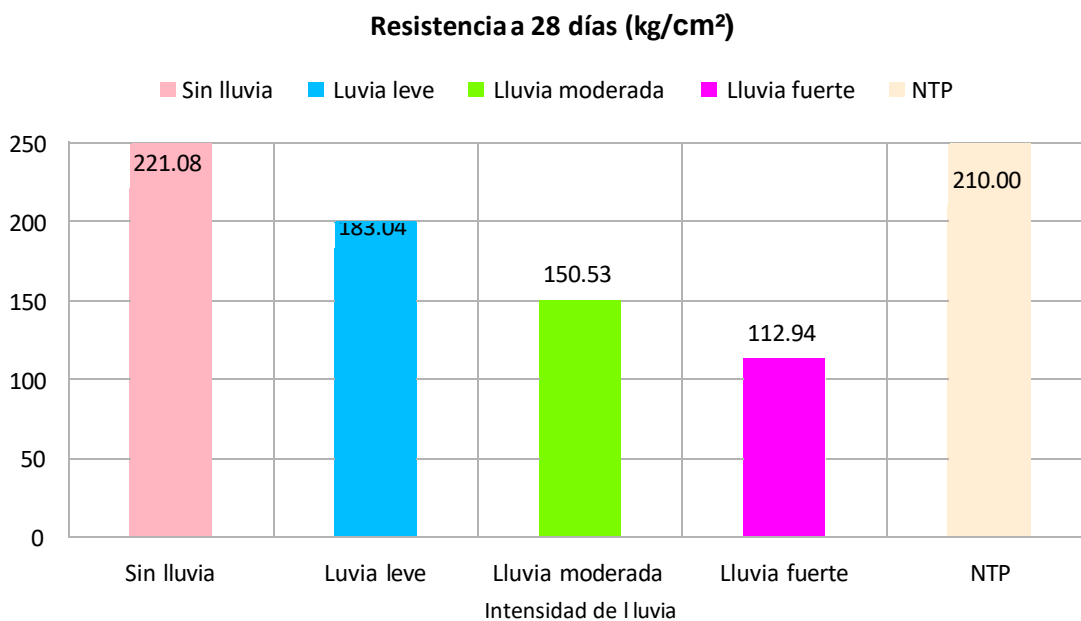
La tabla (35) da a conocer los datos observados en los ensayos y estadísticos principales de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm²) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte) en las construcciones de Abancay, en ella se visualiza que para el concreto Sin lluvia la fuerza compresiva es de 221.08 kg/cm², mientras que para el concreto influenciada con una Luvia leve la resistencia es de 183.04 kg/cm², luego para el concreto influenciada con una Lluvia

moderada la resistencia es de 150.53 kg/cm² y para el concreto influenciada con una Lluvia fuerte la resistencia es de 112.94 kg/cm².

En la figura (41) evidencia gráficamente los promedios de Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm²).

Figura 41

Promedios de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia



Nota. En la figura (41) evidencia gráficamente los promedios de Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm²).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Análisis de varianza de los promedios de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	F crítico	Sig.
Intensidad de lluvia	19,126.46	3	6,375.49	223.31	0.00	4.07	
Error	228.40	8	28.55				
Total	19,354.87	11					
CV (%)	3.20				Promed.	166.90	

Nota. En esta tabla N°36, se evidencia el Análisis de la varianza de la resistencia en la edad de los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

La tabla (36) evidencia el análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm²) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte), se evidencia que el **Valor P es 0.00 menor a 0.05**, por lo tanto, estadísticamente existe una discrepancia totalmente significativa entre los promedios de Intensidad de lluvia, es decir al menos dos de los tratamientos, estadísticamente tienen los promedios diferentes. El coeficiente de variación es 3.20%.

Tabla 37

Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm²) del concreto bajo la influencia de niveles de lluvia.

Nivel de lluvia	Promedio (kg-f/cm ²)	Grupo
Sin lluvia	221.08	A
Leve	183.04	B
Moderada	150.53	C
Fuerte	112.94	D

Nota. En esta tabla N°37, se evidencia la Comparación múltiple de Tukey en la resistencia en la edad de los 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla (37) nos presenta la comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la edad de 28 días (kg/cm²) del concreto, bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia, Leve, Moderada y Fuerte), en ella se evidencia que el concreto expuesto a lluvias leve, moderadas y fuertes presenta promedios de fuerza compresiva considerablemente más bajos (183.04 kg/cm², 150.53 kg/cm² y 112.94 kg/cm² respectivamente) en comparación con el concreto sin influencia de la lluvia (221.08 kg/cm²). Estos resultados sugieren una correlación negativa entre la intensidad de la lluvia y la fuerza compresiva del concreto a los 28 días.

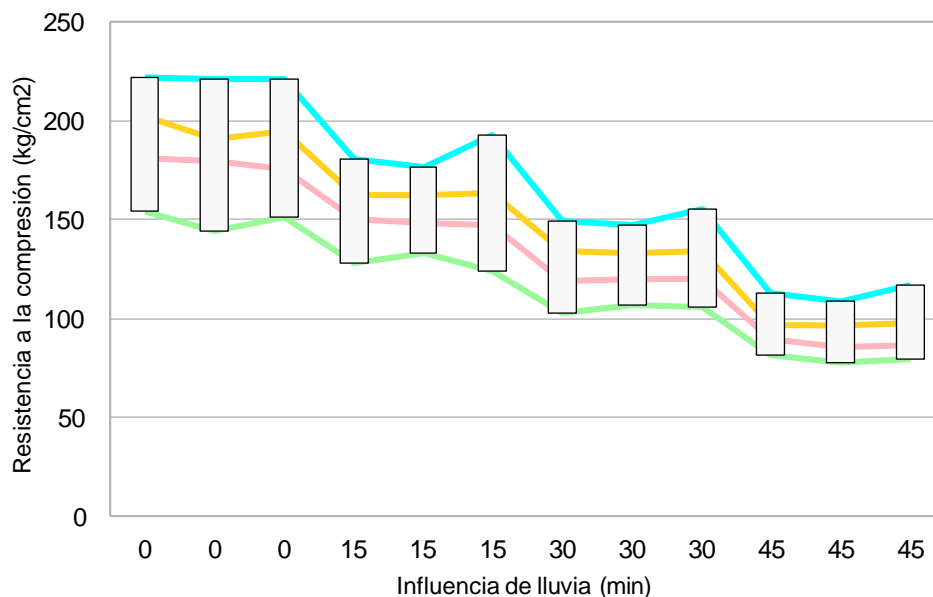
Por otro lado al comparar estos resultados con los estándares de la NTP, se observa que los valores promedio de fuerza compresiva del concreto bajo lluvia leve,

lluvia moderada y fuerte caen por debajo del rango especificado por la normativa (al menos 210 kg/cm² para concreto $f'c=210$), lo que indica una disminución en la calidad del concreto en condiciones de lluvia, aún con lluvias de nivel leve (15 min), lo que podría impactar la construcción de viviendas de acuerdo con los estándares establecidos en el Perú.

Análisis de la intensidad de lluvia en la resistencia del concreto $f'c=210$

Figura 42

Resistencia del concreto $f'c=210$ a diferentes edades (7, 14, 21 y 28 días)



Nota. La figura (42) presenta la fuerza compresiva del concreto $f'c=210$ a diferentes edades (7, 14, 21 y 28 días) sin precipitación pluvial y con precipitación pluvial.

Fuente: Elaboración propia.

La figura (42) presenta la fuerza compresiva del concreto $f'c=210$ a diferentes edades (7, 14, 21 y 28 días), bajo la influencia de niveles de lluvia (Sin lluvia (0 min), Leve (15 min), Moderada (30 min) y Fuerte (45 min)) en las construcciones de Abancay, en ella se visualiza que la fuerza compresiva del concreto aumenta con la edad. A mayor edad del concreto, mayor es su capacidad para resistir esfuerzos de compresión, asimismo, la fuerza compresiva a la compresión del concreto disminuye con la cantidad de lluvia a la que ha sido expuesto.

A mayor cantidad de lluvia, menor es la fuerza del concreto para resistir esfuerzos de compresión. La influencia de la lluvia en la fuerza compresiva del concreto es más significativa en las primeras edades (7 y 14 días) que en las edades posteriores (21 y 28 días). Esto se debe a que el concreto es más vulnerable a la lluvia durante las primeras etapas de su fraguado y curado.

La edad y la cantidad de lluvia a la que ha sido expuesto son dos factores importantes que influyen en la fuerza compresiva del concreto. Es importante diseñar mezclas de concreto y procedimientos de curado que sean adecuados para las condiciones de exposición a la lluvia y es así, se debe utilizar pastas de concreto de mayor fuerza compresiva para estructuras que estarán expuestas a grandes cantidades de lluvia y además proteger el concreto durante las primeras etapas de su fraguado y curado de la lluvia utilizando impermeabilizantes.

Análisis de regresión lineal

Mediante el análisis de regresión de resistencia a la compresión a la edad de 28 días del concreto influenciada a niveles de lluvia se ha encontrado que:

R ²	0.99
Error estándar	4.95
Recuento de variables X	1
Observaciones	12
R ² ajustado	0.99

La información revela que el modelo de regresión lineal utilizado para analizar la concordancia entre la intensidad de la lluvia y la resistencia del concreto $f'c=210$ a los 28 días es altamente significativo y tiene un alto poder explicativo, es decir el coeficiente de determinación (R^2) de 0.99 indica que el 99% de la variabilidad en la resistencia del concreto a los 28 días puede ser explicada por la intensidad de la lluvia, y es así como el modelo de regresión lineal se ajusta muy bien a los datos de la intensidad de la lluvia y la resistencia del concreto.

El error estándar de 4.95 indica que la dispersión de los datos alrededor de la línea de regresión es relativamente baja, lo que sugiere una buena precisión del modelo para predecir la resistencia del concreto en función de la intensidad de la lluvia como se evidencia en la figura

Tabla 38

Análisis de varianza de la regresión lineal: Intensidad de lluvia y resistencia del concreto $f'c=210$ en las construcciones de Abancay

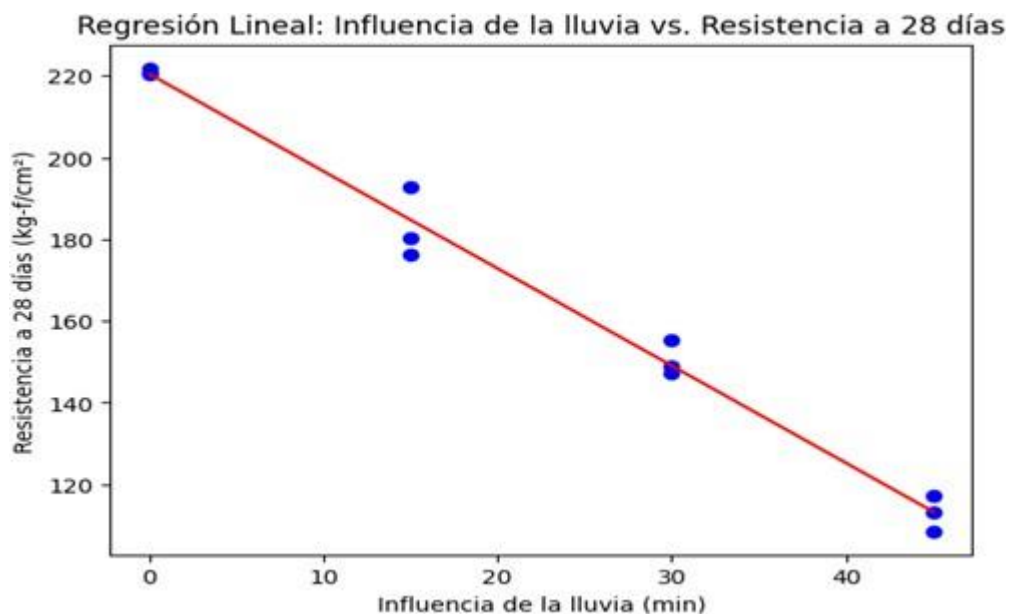
	df	SS	MS	F	Significatividad F
Regresión	1	19,109.50	19,109.50	778.80	0.00
Residuo	10	245.37	24.54		
Total	11	19,354.87			

Nota. En la tabla N°38, muestra el Análisis de varianza de la regresión lineal de intensidad de lluvia y resistencia del concreto.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 43

Representación gráfica de la regresión lineal de Intensidad de lluvia frente a la resistencia a la compresión del concreto a una edad de 28 días en las construcciones de Abancay



Nota. En la figura (43), se representa la regresión Lineal: Influencia de la lluvia y la resistencia en la edad de los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

La tabla revela los valores de la regresión lineal entre la intensidad de la lluvia y la fuerza a los 28 días del concreto $f'c=210$. Con un coeficiente de determinación (R cuadrado) de 0.992, se interpreta que el 99.2% de la variabilidad en la resistencia del concreto $f'c=210$ se atribuye a la variabilidad en la intensidad de la lluvia, lo que demuestra que la intensidad de la lluvia es un predictor confiable de la resistencia del concreto $f'c=210$.

El error estándar de la estimación de 0.491 unidades indica que el error promedio de la estimación de la fuerza del concreto $f'c=210$ es de 0.491 unidades, lo que sugiere que la resistencia real del concreto $f'c=210$ estará dentro de un rango de 0.491 unidades por encima o por debajo del valor predicho por la regresión lineal. Además, la prueba F de 778.80 y la significatividad F de 0.00 evidencian que la relación entre la intensidad de la lluvia y la resistencia del concreto $f'c=210$ es estadísticamente significativa, permitiendo rechazar la hipótesis nula de ausencia de relación con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 39

Resultados del análisis de regresión lineal entre la Intensidad de lluvia y resistencia del concreto $f'c=210$ en las construcciones de Abancay

	Coeficientes	Error estándar	Estadística t	Valor P	Inferior 95%	Superior 95%
Intersección	220.44	2.39	92.13	0.000	215.11	225.77
X	-2.38	0.09	-27.91	0.000	-2.57	-2.19

Nota. En esta tabla N°39, se evidencia los resultados del análisis de regresión lineal de la intensidad de la lluvia.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla exhibe los resultados del análisis de regresión lineal entre la intensidad de la lluvia y la fuerza del concreto $f'c=210$ en las construcciones de Abancay. La

intersección de 220.44 kg/cm² señala que la fuerza promedio del concreto f'_c=210 a los 28 días de edad, sin exposición a la lluvia, es de 220.44 kg/cm². El coeficiente de X de -2.38 kg/cm² por minuto de lluvia indica que, por cada minuto adicional de lluvia a la que se expone el concreto, la fuerza disminuye en 2.38 kg/cm², evidenciando un efecto negativo significativo de la lluvia en la fuerza del concreto.

El error estándar de X de 0.09 kg/cm² por minuto de lluvia revela que la precisión de la estimación del efecto de la lluvia en la fuerza es de 0.09 kg/cm² por minuto, permitiendo prever que el efecto real estará dentro de un rango de 0.09 kg/cm² por minuto de lluvia por encima o por debajo del valor predicho.

La estadística t de X de -27.91 y el valor P de X de 0.00 indican que la relación es estadísticamente significativa ($p < 0.00$), permitiendo rechazar la hipótesis nula de ausencia de relación con un nivel de confianza del 95%. Además, el intervalo de confianza del 95% para el coeficiente de X señala que el efecto real de la lluvia en la resistencia del concreto f'_c=210 estará entre -2.57 y -2.19 kg/cm² por minuto de lluvia en el 95% de las ocasiones. La ecuación es:

$$Y = -2.38X + 220.44$$

VI. Conclusiones

Del objetivo general: La precipitación pluvial, sí influye en la edad de los 28 días en el concreto en el estado fresco, afectando a sus propiedades del concreto fresco (segregación, exudación, trabajabilidad, compactación y movilidad) y esto hace que, cuando pase al estado endurecido tenga una pérdida y reducciones significativas en la resistencia en un 12%, 28% y 45% lo que hizo que no llegue a la resistencia del diseño de 210 kg/cm² y pierda su uniformidad, en comparación con el concreto sin ser sometido a la precipitación pluvial, que si llega e incluso supera en un 5 % al diseño de mezcla de 210 kg/cm² y como resultado da un 221.08 kg/cm².

A mayor cantidad de lluvia, menor es la fuerza del concreto para resistir esfuerzos de compresión. La influencia de la lluvia en la fuerza compresiva del concreto es más significativa en las primeras edades (7 y 14 días) que en las edades posteriores (21 y 28 días). Esto se debe a que el concreto es más vulnerable a la lluvia durante las primeras etapas de su fraguado y curado.

Del objetivo específico 01: En la edad de los 28 días el concreto fresco expuesto a una precipitación Leve (15 min), da a una resistencia de 183.04 kg/cm², lo cual no llega a la resistencia de la mezcla diseñada de 210 kg/cm², indicando que sí influye en su resistencia bajando en un 12% del diseño inicial, producto de incorporación de agua excedente de la dosificación de mezcla afectando a las propiedades del concreto en el estado fresco, en este caso es producto de una exudación que se ocasiona cuando parte del agua sale en la superficie del concreto.

El exceso de exudación ocasiona que la superficie de concreto se debilite.

Del objetivo específico 02: En la edad de los 28 días el concreto fresco expuesto a una precipitación pluvial Moderada (30 min) alcanza a una resistencia de 150.53 kg/cm², reduciendo en un 28 % de su resistencia del diseño establecido, lo cual da a conocer que la precipitación pluvial, sí influye en el concreto fresco debido a que la precipitación pluvial afecta a las propiedades del concreto en el estado fresco, en este caso afecto a

la segregación, produciendo una separación de los componentes de la mezcla, agregados, pasta del cemento, agua lo que hizo que la mezcla pierda uniformidad.

Del objetivo específico 03: En la edad de los 28 días el concreto fresco expuesto a una precipitación pluvial Fuerte (45min), alcanzo a una resistencia de 112.94 kg/cm², reduciendo su resistencia en 45 % de la resistencia del diseño, entonces la precipitación pluvial, si, influye en la pasta del concreto fresco, debido a que la precipitación pluvial afecta a las propiedades del concreto en el estado fresco, en este caso afecto a la segregación, produciendo una separación de los componentes de la mezcla, agregados, pasta del cemento, agua lo que hizo que la mezcla pierda uniformidad.

VII. Recomendaciones

Para una intensidad de lluvia fuerte (5 mm a 14 mm o más) es preferible cubrir con un plástico el concreto fresco, así evitamos el ingreso de agua ocasionando vacíos, porosidad y separación de componentes, disminuye su resistencia del concreto hasta en un 45 %, debido a que el agua de la lluvia lo lava el cemento, los agregados hasta ver el limo.

Se recomienda diseñar mezclas de concreto adecuadas para condiciones altas expuestas a las lluvias fuertes y utilizar otro tipo de cemento para mayor fuerza compresiva que estarán expuestas a grandes cantidades de lluvia y además proteger el concreto durante las primeras etapas de su fraguado y curado de la lluvia.

Se recomienda el uso de aditivos en la mezcla del concreto fresco en zonas de mucha abundancia de lluvia, ayuda el fraguado del cemento. Actúa aumentando la velocidad de hidratación y las reacciones químicas del cemento.

VIII. Referencias

- Abanto Castillo. (2009). *Tecnología del Concreto del concreto (Teoría y problemas)*. Lima-Peru: Universidad Mayor de San Marcos.
- Acuña y Robles. (2015). *Instrumentos para la precipitación, Generación de las intensidades máximas de la estación pluviométrica, Paucara*. Paucara: (Segunda ed.).
- Arias. (2022). *Técnica de recolección de datos, del instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad*.
- Bernardo y Calderon. (2000). *Aprendo a investigar en educación obtenido de: <https://crubocas.up.ac.pa/sites/crubocas/files/2020-07/3%20M%C3%B3dulo%2C%20%2C%20EVIN%20300.pdf>*. Madrid Rialp.
- Breña, Jacobo, Acuña y Robles. (2015). *Instrumentos para medir la precipitación, Generación de las intensidades máximas de la estación pluviométrica Paucara*. Jaen -Cajamarca -Peru: Cajamarca.
- Elamary et al. (2015). *Experimental study on the effect of rainfall on fresh concrete*. dg ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. Recuperado en 01 de Marzo de 2019. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Al-Azhar: Qina.
- Espinoza Daniel. (2019). *Influencia de las precipitaciones pluviales en la resistencia del concreto para losas aligeradas en la localidad de huancavelica*. Huancavelica.
- Galindo. (2018). *EFFECTOS DEL USO DE AGUAS DE LAS LLUVIAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE CONCRETO SIMPLE*. Tesis de Pregrado, Universidad de La Salle, Facultad de Ingeniería. Bogotá.
- Gallardo. (2017). *Investigación aplicada a confrontar la teoría con la realidad, mediante el uso de las teorías y la ciencia*. Precipitación sobre las propiedades del concreto.
- Gonzales. (2020).

- Grados. (2018). *"Grados de presencia del sulfato de lluvia en la resistencia a la compresión del concreto"*. Universidad Nacional de Ancash. Huaraz -Ancash.
- Gutierrez y Sanchez. (2018).
- Hernandez, Fernandé & Baptista. (2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de: <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>. Mexico.
- Hernandez, Mendoza. (2018). *Metodología de la investigación, variables para comprender el efecto de la precipitación pluvial*. Mexico: (Cuarta ed.) Mexico McGRAW-HILL/interamericana.
- Hernandez, Sampieri, Fernández, Collao & Baptista Lucio. (2014). *Metodología de la Investigación*. D.F Mexico: (Quinta ed.) Mexico McGRAW-HILL/ Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Kaletá, Joruwki. (2020). *Efectos de la lluvia en las propiedades del concreto*.
- Medina. (2018). *Estudio experimental de aguas de la lluvia en las propiedades del concreto*. (Segunda ed.).
- Orozco, Avila, Respetro y Parodia. (2018). *Influencia de las temperaturas en las propiedades mecánicas del concreto con aditivo*. Lima: Lima.
- Pasquel, Teodoro. (2002). *Temas de tecnología del concreto en el Perú*. Lima, Perú: (Segunda ed.).
- Pasquel. (1998). *Temas de tecnología del concreto en el Perú*. Lima: (segunda ed.). Lima.
- Perez. (2015).
- Perez. (2016). *Informe de las cantidades de precipitaciones pluviales en países bajos*. Bélgica, Holanda, Luxemburgo, Suiza, Australia: Abancay.
- Quispe. (2018). *Influencia del agua de las lluvias sobre las propiedades físicas del concreto*. Concepción Chupaca y Jauja.
- Respetro, M. (2018). *Concreto confeccionado con aguas de Lluvias: Un Aporte a la disminución del Impacto Ambiental generado por la Industria de la Construcción*

- Tesis de Pre grado ,Universidad Nacional de Colombia,Facultad de Arquitectura.*
Medellin,Colombia.
- Rivera end Rojas. (2019). *C.D.Universidad Nacional de Jaen .Obtenido de*
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/115>.
- Rivva Lpoez, E. (2013). *Naturaleza y materiales del concreto* . Lima :ICG: (Primera ed).
- RNE. (2016). *Tiempo de concentracion de la precipitacion pluvial*. Lima.
- RNE. (2019).
- Rojas. (2020). *Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson*. Ciudad de yanahuaca ,Provincia Daniel Alcides Carion de la region Pasco: Yanahuaya.
- Syintsoy ,Shchesnayk ,Galishnikova & Fediuk. (2020). *Efectos de lluvias y temperaturas en la resistencia del concreto*. Estados Unidos.
- Temez, J. (1978). *Calculo hidrometereologico de caudales maximos en pequeñas cuencas naturales* . Madrid ,España (Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo Direccion General de Carreteras.
- Villalpando. (2001). *Villalpando, J. (2001). Comparación de los procedimientos de Tukey,Duncan ,Dunnnett,HSU y Bechhofer para la selección de medias*. Agrocienca, 35(1), 7986. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/302/30235107.pdf>.
- Villon. (2002). *Libro-Hidrlogia, Instituto Tecnologico de Costa Rica*. Cartago - Costa Rica.
- Yang et al. (2010). *Experimental study on the impact of rainfall on RCC construction* .*Ingenieria y gestión de la construccion*.Recuperado el 15 de febrero de 20119.

IX. Anexos**Anexo 1.** Matriz de Consistencia**Anexo 2.** Matriz de Operacionalización de variables**Anexo 3.** Certificado de Calibración SMF – 020 -2023**Anexo 4.** Resultado de estudio de Agregados**Anexo 5.** Resultado de la Rotura de Probetas**Anexo 6.** Panel Fotográfico