

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



Tesis

**Análisis comparativo del diseño, costo, producción y calidad del concreto
convencional y premezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales-Abancay 2024**

Asesor:

Ph. D. Vásquez Ramírez, Abbon Alex

Autor:

Ballón Baca, Juan Pedro

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Civil

Abancay-Apurímac-Perú

2025

Reporte de similitud



20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuente excluida

Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 16%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos

Datos del Autor		
Apellidos y nombres	:	Ballón Baca Juan Pedro
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	72779092
URL ORCID (opcional)	:	https://orcid.org/0009-0002-6096-8972
Datos del Asesor		
Apellidos y nombres	:	Ph. D. Vásquez Ramírez, Abbon Álex
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	06532658
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0001-7299-5367
Datos de la 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	:	Auto Financiado
Porcentaje de originalidad	:	20%
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford# 2.01.01

Dedicatoria

A la mujer más valiente y fuerte que he conocido, mi grandiosa madre Faustina Baca Huachaca.

A mi padre Juan Ballón Villegas, por haberme brindado las fuerzas y energías desde el inicio a fin, moralmente y económicamente, con sus palabras de aliento motivadoras de seguir adelante indicándome que es el inicio de muchas etapas que cada persona debe afrontar, superar, trascender de manera profesional y como persona, que con esfuerzo y voluntad se puede llegar a cumplir tus metas y sueños.

Juan Pedro.

Agradecimientos

A Dios, por protegerme, orientarme en el camino de la sabiduría y otorgarme gran vitalidad para poder sobrellevar las diferentes adversidades del camino que se presentaron al realizar esta investigación. A mi familia y queridos amigos, quienes fueron un factor importante que me brindaron su gran apoyo para el desarrollo de esta investigación.

A los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, donde conocí a excelentes profesionales que fueron esenciales para mi formación profesional. Del mismo modo, al ingeniero Abbon Álex Vásquez Ramírez, mi asesor de tesis, por ofrecerme su paciencia, comprensión, tiempo y saberes para la puesta en marcha, el progreso y la finalización de esta tesis.

Juan Pedro.

Resumen

En la tesis se elaboró un análisis comparativo detallado entre el concreto premezclado (CP) y el convencional (CC) para una resistencia de 210 kg/cm², abordando diseño, costo, producción y la supervisión de calidad se realizó con una metodología aplicada, experimental y cuantitativa; para ello, utilicé una muestra de seis casas en construcción en la ciudad de Abancay y llevé a cabo pruebas de resistencia a la compresión, consistencia (asentamiento), temperatura, diseño de mezcla, costos unitarios, rendimiento en obra y verificación de la calidad, comprobando que la dosificación adecuada incide positivamente en el desempeño del CP y de manera desfavorable en el CC, lo que repercute en la resistencia final; además, registré una diferencia térmica aproximada de 3,35 °C entre ambos. A los 28 días, el premezclado alcanzó una resistencia media de 222,41 kg/cm², superando la exigencia de 210 kg/cm² en 5,91 kg/cm², mientras que el concreto tradicional obtuvo 139,73 kg/cm², quedando 66,54 kg/cm² por debajo del objetivo. En el aspecto económico, el costo del CP fue de S/. 455,96 por metro cúbico y el del CC de S/. 374,33 por metro cúbico. A partir de estos resultados, concluyo que el concreto convencional empleado en la autoconstrucción no asegura el control de calidad a causa de los diseños y dosificaciones inadecuados; por ello, recomiendo utilizar concreto premezclado proveniente de plantas formales y bajo supervisión técnica, a fin de asegurar homogeneidad, trazabilidad y cumplimiento del f'c especificado en proyecto.

Palabras clave: concreto premezclado (CP), concreto convencional (CC), resistencia a la compresión del concreto (F'c), calidad del concreto.

Abstract

In this thesis, a detailed comparative analysis was carried out between ready-mixed concrete (PC) and conventional concrete (CC) for a strength of 210 kg/cm², addressing design, cost, production and quality supervision. It was carried out using an applied, experimental and quantitative methodology; To this end, I used a sample of six houses under construction in the city of Abancay and carried out tests on compressive strength, consistency (slump), temperature, mix design, unit costs, on-site performance and quality verification, verifying that adequate dosage positively affects the performance of PC and unfavorably on CC, which impacts the final strength; In addition, I recorded an approximate thermal difference of 3.35 ° C between the two. After 28 days, the premix reached an average strength of 222.41 kg/cm², exceeding the requirement of 210 kg/cm² by 5.91 kg/cm², while the traditional concrete reached 139.73 kg/cm², falling 66.54 kg/cm² short of the target. Economically, the cost of the CP was S/. 455.96 per cubic meter, and the CC was S/. 374.33 per cubic meter. Based on these results, I conclude that the conventional concrete used in self-construction does not ensure quality control due to inadequate designs and dosages. Therefore, I recommend using ready-mix concrete from formal plants and under technical supervision, to ensure homogeneity, traceability, and compliance with the F'C specified in the project.

Keywords: ready-mixed concrete (CP), conventional concrete (CC), compressive strength of concrete (F'C), quality of concrete.

Índice

Portada.....	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de similitud.....	iii
Metadatos.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras.....	xv
Índice de anexos	xvii
I. Introducción.....	18
II. Planteamiento del problema	20
2.1.Descripción y formulación del problema	20
2.1.1. Problema general	21
2.1.2. Problemas específicos.....	21
2.2.1. Objetivo General.....	22
2.2.2. Objetivos Específicos.....	22
2.3. Justificación e importancia	22
2.4. Hipótesis.....	23
2.4.1. Hipótesis general.....	23
2.4.2. Hipótesis específicas	23

2.5.Variables.....	24
2.5.1.Variable independiente	24
2.5.2.Variable dependiente	24
2.5.3.Cuadro de operación de variables.....	24
III. Marco teórico.....	28
3.1.Antecedentes.....	28
3.2.Bases teóricas	34
3.2.1. Concreto.....	34
3.2.2. Materiales.....	37
3.2.3. Propiedades del concreto	41
3.2.4. Concreto Premezclado producción	44
3.2.5. Concreto Convencional producción.....	52
3.3.Definición de términos.....	58
IV. Metodología.....	61
4.1.Tipo y nivel de investigación	61
4.1.1.Tipo de investigación	61
4.1.2.Nivel o alcance de investigación.....	61
4.1.3.Diseño de la investigación	61
4.2.Ámbito temporal y espacial.....	62
4.2.1.Ámbito temporal	62
4.2.2.Espacial.....	62
4.3.Población y muestra	62
4.4.Instrumentos..	63

4.5.Procedimientos	63
4.6.Análisis de datos	64
4.7.Consideraciones éticas	64
V. Resultados y discusión	66
5.1.Características del objeto de estudio	66
5.2.Resultados.....	68
5.2.1.Respuesta al objetivo específico 1	68
5.2.2.Respuesta al objetivo específico 2	73
5.2.3.Respuesta al objetivo específico 3	75
5.2.4.Respuesta al objetivo específico 4	89
5.3.Discusión de resultados	105
5.4.Prueba de hipótesis.....	107
VI. Conclusiones.....	115
VII. Recomendaciones	117
VIII. Referencias	119
IX. Anexos.....	124

Índice de tablas

Tabla 1	Cuadro de operacionalización de variables.....	26
Tabla 2	Coordenadas y ubicación de las viviendas de estudio.....	66
Tabla 3	Características del diseño de mezclas.....	68
Tabla 4	Insumos a utilizar en el diseño de mezcla.....	69
Tabla 5	Determinación de sustancias nocivas al agregado.....	69
Tabla 6	Límites de sustancias nocivas en el agregado grueso.....	70
Tabla 7	Valores finales de la cantidad y proporción por m ³ para concreto convencional....	72
Tabla 8	Diseño de mezcla de concreto convencional F'c =210 kg/cm ²	73
Tabla 9	Valores finales de la cantidad y proporción por m ³ para concreto convencional....	71
Tabla 10	Tiempo de producción del concreto premezclado en planta para la vivienda 01...	76
Tabla 11	Tiempo para el traslado del concreto premezclado a la vivienda.....	76
Tabla 12	Tiempo de autorización antes del vaciado del concreto premezclado.....	77
Tabla 13	Tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 01 de 120 m ²	77
Tabla 14	Resumen del tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 01.....	77
Tabla 15	Tiempo de producción del concreto premezclado en planta para la vivienda 02...	78
Tabla 16	Tiempo para el traslado del concreto premezclado a la vivienda 02.....	78
Tabla 17	Tiempo de autorización antes del vaciado del concreto premezclado.....	79
Tabla 18	Tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 02 de 100 m ²	79
Tabla 19	Resumen del tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 02.....	79
Tabla 20	Tiempo de producción del concreto premezclado en planta para la vivienda 03...	80
Tabla 21	Tiempo para el traslado del concreto premezclado a la vivienda 03.....	80
Tabla 22	Tiempo de autorización antes del vaciado del concreto premezclado.....	81

Tabla 23	Tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 03 de 150 m ²	81
Tabla 24	Resumen del tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 03.....	81
Tabla 25	Tiempo de producción del concreto convencional en obra vivienda 01.....	82
Tabla 26	Tiempo de llenado de la mezcladora de 11p ³	83
Tabla 27	Tiempo de vaciado del concreto convencional de la vivienda 01.....	83
Tabla 28	Resumen de resultados del vaciado y producción del concreto convencional de la vivienda 01.....	84
Tabla 29	Tiempo de producción del concreto convencional en obra, vivienda 02.....	84
Tabla 30	Tiempo de llenado de la mezcladora de 11p ³	85
Tabla 31	Tiempo de vaciado del concreto convencional de la vivienda 02.....	85
Tabla 32	Resumen de resultados del vaciado y producción del concreto convencional de la vivienda 02.....	85
Tabla 33	Tiempo de producción del concreto convencional en obra, vivienda 03.....	86
Tabla 34	Tiempo de llenado de la mezcladora de 11p ³	86
Tabla 35	Tiempo de vaciado del concreto convencional de la vivienda 03.....	87
Tabla 36	Resumen de resultados del vaciado y producción del concreto convencional de la vivienda 03.....	87
Tabla 37	Resultados del ensayo a la compresión del concreto premezclado (vivienda 01).	89
Tabla 38	Resultados del ensayo a la compresión del concreto premezclado (vivienda 02).	90
Tabla 39	Resultados del ensayo a la compresión del concreto premezclado (vivienda 03).	91
Tabla 40	Resultados del ensayo a la compresión del concreto premezclado (promedio CP93	
Tabla 41	Resultados del ensayo a la compresión del concreto convencional (vivienda 01)	94

Tabla 42 Resultados del ensayo a la compresión del concreto convencional (vivienda 02).....	95
Tabla 43 Resultados del ensayo a la compresión del concreto convencional (vivienda 03).....	96
Tabla 44 Resultados del ensayo a la compresión del concreto convencional promedioCC.	97
Tabla 45 Resultados del ensayo de consistencia del concreto premezclado (CP).....	99
Tabla 46 Resultados del ensayo de consistencia del concreto convencional (CC).....	100
Tabla 47 Resultados promedio del ensayo de consistencia del concreto convencional y premezclado.....	101
Tabla 48 Resultados de temperatura (°C) del concreto premezclado.....	102
Tabla 49 Resultados de temperatura (°C) del concreto convencional.....	103
Tabla 50 Resultados promedio de la temperatura del concreto convencional y premezclado.....	104

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación de los lugares de estudio.....	67
Figura 2 Análisis comparativo del diseño de mezcla del concreto premezclado y concreto convencional.....	72
Figura 3 Análisis de precios unitarios del concreto premezclado para 1 m ³	73
Figura 4 Análisis de precios unitarios del concreto convencional para 1 m ³	74
Figura 5 Análisis comparativo del costo del concreto premezclado y concreto convencional....	75
Figura 6 Análisis comparativo de la producción y tiempo del vaciado del concreto premezclado.....	82
Figura 7 Análisis comparativo de la producción y tiempo del vaciado del concreto convencional.....	88
Figura 8 Análisis comparativo de la producción y tiempo del vaciado del concreto convencional y premezclado.....	88
Figura 9 Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto premezclado (vivienda 01).....	90
Figura 10 Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto premezclado (vivienda 02).....	91
Figura 11 Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto premezclado (vivienda 03).....	92
Figura 12 Resultados promedio del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto premezclado.....	93
Figura 13 Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto convencional (vivienda 01).....	95

Figura 14 Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto convencional (vivienda 02).....	96
Figura 15 Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto convencional (vivienda 03).....	97
Figura 16 Resultados promedio del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto convencional.....	98
Figura 17 Comparación de resultados de las viviendas en el ensayo de consistencia-cp.....	99
Figura 18 Comparación de resultados de las viviendas en el ensayo de consistencia- cc.....	100
Figura 19 Resultados comparativos de los ensayos de asentamiento del concreto premezclado y concreto convencional.....	101
Figura 20 Resultados de temperatura del concreto premezclado.....	102
Figura 21 Resultados de temperatura del concreto convencional.....	103
Figura 22 Resultados comparativos de la temperatura del concreto premezclado y concreto convencional.....	104

Índice de anexos

Anexo 01 Matriz de consistencia

Anexo 02 Operacionalización de variables

Anexo 03 Ficha de recolección de datos de laboratorio

Anexo 04 Panel fotográfico

Anexo 05 Resultados de laboratorio

Anexo 06 Certificados de calibración de equipos

Anexo 07 Dosificación de mezcla

Anexo 08 Cotizaciones

I. Introducción

En el Perú, la mayoría de personas levanta sus viviendas por su cuenta, sin la supervisión de profesionales. Esta práctica, conocida como autoconstrucción o vivienda informal, hace que muchos no adviertan que sus casas están en riesgo frente a sismos, ya sea por las limitaciones económicas para contratar especialistas como ingenieros o por el desconocimiento de las normas de diseño estructural y arquitectónico (SENCICO, 2020).

Se concluye que el concreto premezclado, fabricado en plantas especializadas y llevado hasta la obra, brinda ventajas en control de calidad y uniformidad. En contraste, el concreto convencional, mezclado directamente en el sitio, resulta más accesible y más barato; no obstante, su desempeño puede variar ampliamente por problemas como dosificación incorrecta de insumos y falta de supervisión técnica. Se realizaron pruebas de laboratorio y de campo para tomar medidas precisas de consistencia, resistencia y temperatura en ambos tipos de hormigón, evaluando la calidad del material y su factibilidad económica con miras a orientar decisiones constructivas en vivienda (American Concrete Institute, 2019).

La tesis se organiza en seis apartados: en el Ítem I se presenta la introducción; el Ítem II describe el problema y su justificación, y además fija los objetivos, la formulación y operacionalización de las variables; el ítem III presenta una revisión bibliográfica con fundamento científico, comprende los antecedentes y el marco teórico-conceptual; el punto IV es la metodología (tipo, nivel y diseño de estudio), población, muestra y procedimiento; el punto V trata sobre la prueba de hipótesis y discusión de resultados; el ítem VI incluye las recomendaciones y conclusiones; y el ítem IV aborda las técnicas, herramientas y métodos estadísticos. Por último, se incluyen los anexos y las referencias bibliográficas que apoyan la investigación: la matriz de

consistencia, el panel fotográfico y los resultados de resistencia del concreto premezclado y el convencional.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

Por muchos años, las edificaciones se han ejecutado utilizando concreto tradicional. La población del área de estudio, en términos generales, hoy realiza la dosificación del concreto in situ (convencional), empleando una mezcladora manual y, de ser preciso, un winche eléctrico para elevar el material a distintos niveles de colocación, en obras, sin embargo, actualmente está disponible la tecnología del concreto premezclado, la cual no constituye una novedad ni un desarrollo reciente (American Concrete Institute, 2019).

En las últimas dos décadas y media, el concreto premezclado se ha consolidado en el Perú. Su uso es ya cotidiano en diversas ciudades del sur con especial presencia en Arequipa y Cusco y, en Lima, constituye la práctica dominante, como lo demuestra la amplia oferta de empresas concreteras que suministran y despachan mezclas listas para colocar en obra. Sin embargo, en la ciudad de Abancay su adopción aún no es generalizada, debido al desconocimiento sobre ciertos aspectos de comercialización (precios, beneficios, formas de uso, etc.), lo que aún limita su difusión (CAPECO, 2020).

En la Región Apurímac, las familias de menores recursos, al necesitar construir, ampliar o remodelar sus viviendas, suelen optar por la autoconstrucción. Cuando se necesita adquirir materiales de construcción en volúmenes reducidos, suelen venderse a un precio mayor que en una compra al por mayor, lo que ocasiona que el concreto destinado a construcción, ampliaciones o refacciones, termine teniendo un costo elevado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020).

En Perú, el ocho por ciento de las viviendas son construidas con autoconstrucción, y durante todo el proceso no hay suficiente supervisión técnica. El propietario suele edificar con

apoyo de un maestro de obra, pero sin la participación de un ingeniero civil ni de un arquitecto. En muchos casos se recurre a materiales inadecuados y/o a mezclas de concretos deficientes que comprometen la seguridad estructural (Gestión, 2017).

El concreto es uno de los materiales más utilizados en la construcción hoy en día; sus excelentes características mecánicas, tanto en estado fresco como endurecido, y su bajo requerimiento de mantenimiento lo convierten en un material muy resistente y competitivo. Entre las ventajas del concreto premezclado destaca el riguroso control de calidad aplicado no solo al producto final, sino también a cada componente cemento, agregados, agua y aditivos, todos verificados contra estándares y parámetros normativos (Concretos Supermix, 2017).

2.1.1. Problema general

¿Cómo influye el análisis comparativo del concreto convencional y premezclado $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales en el diseño, costo, producción y calidad del concreto, Abancay 2024?

2.1.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye el análisis comparativo del diseño de mezcla en el concreto convencional y premezclado $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024?
- ¿Cómo influye el análisis comparativo del Costo en el concreto convencional y premezclado $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024?
- ¿Cómo influye el análisis comparativo en la producción del concreto convencional y premezclado $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024?
- ¿Cómo influye el análisis comparativo de la calidad del concreto convencional y premezclado $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024?

2.2. Objetivos

2.2.1. *Objetivo General*

Determinar el análisis comparativo del concreto convencional y premezclado $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales en el diseño, costo, producción y calidad del concreto, Abancay 2024.

2.2.2. *Objetivos Específicos*

- Realizar el análisis comparativo del diseño de mezcla en el concreto convencional y premezclado $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024.
- Realizar el análisis comparativo del Costo en el concreto convencional y premezclado $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024.
- Realizar el análisis comparativo en la producción del concreto convencional y premezclado $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024.
- Realizar el análisis comparativo de la Calidad del concreto convencional y premezclado $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024.

2.3. Justificación e importancia

La investigación pretende hallar una mejor forma de diseñar el concreto ordinario de base empírica y sustentado en prácticas tradicionales, resulta inferior al producido bajo controles de una planta dosificadora; comparar el costo de producción del concreto convencional con el precio por metro cúbico del premezclado, considerando no solo los costos directos sino todos los costos pertinentes; demostrar que el empleo de concreto premezclado optimiza los recursos en obras civiles de distinta magnitud en Abancay; y garantizar las propiedades del concreto mediante una producción mediante el premezclado.

Uno de los principales problemas de la autoconstrucción en Abancay es la preparación del concreto en obra (convencional). Se manifiesta en bajas resistencias a compresión en los ensayos de probetas, producto del inadecuado control del agua de mezcla, granulometrías incorrectas, falta de control en la dosificación de agregados y tiempos de mezclado insuficientes. El resultado es un concreto de baja calidad, con alta susceptibilidad a fallas estructurales ante eventos sísmicos (American Concrete Institute, 2019).

Para resolver el problema, se fabricó concreto en obra bajo vigilancia técnica, haciendo pruebas a los agregados y estableciendo un diseño de mezcla apropiado y aplicando dosificaciones exactas; con ello se pretende demostrar que, aplicando un control de calidad riguroso, los concretos producidos en obra alcanzan la resistencia a compresión objetivo, de manera comparable al concreto premezclado (American Concrete Institute, 2019).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El concreto convencional o premezclado influye significativamente en el diseño, costo, producción y calidad del concreto para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Influye el diseño de mezcla del concreto premezclado y concreto convencional utilizado en elementos estructurales, para una resistencia de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2024.
- El costo por metro cúbico del concreto premezclado es mayor que el del concreto convencional en la ciudad de Abancay, 2024.

- El concreto premezclado permite una mayor eficiencia en la producción y vaciado que el concreto convencional en la construcción de elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024.
- La calidad del concreto es mucho mejor utilizando el concreto premezclado presenta una resistencia a la compresión mayor y más consistente que el concreto convencional en elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024.

2.5. Variables

2.5.1. *Variable independiente*

Concreto convencional y premezclado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

2.5.2. *Variable dependiente*

Diseño, costo, producción y calidad del concreto

2.5.3. *Cuadro de operación de variables*

Tabla 1

Cuadro de operacionalización de variables

Título: "Análisis comparativo del diseño, costo, producción y calidad del concreto convencional y premezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales-Abancay 2024"

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Unidad	Instrumento
Variables independientes							
Concreto convencional y premezclado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	El primero es el concreto que se prepara de modo tradicional y se coloca en la misma obra, y por el otro lado es el concreto premezclado que se elabora en la planta antes de ser utilizado en la obra (American Concrete Institute. 2019).	El concreto premezclado se produce en una planta de fabricación y se entrega directamente al sitio de la construcción listo para ser colocado. Mientras que el concreto convencional se elabora en la misma construcción con equipos convencionales (Rivera, 2013).	Métodos de elaborar concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ convencional y premezclado	Concreto Convencional	Nominal		Ficha de recolección de datos
				Concreto Premezclado	Nominal		Ficha de recolección de datos
Variables dependientes							
Diseño, costo, producción y calidad del concreto	El concreto premezclado es más caro, tiene un diseño superior, dura más y ahorra tiempo en el vertido. La obtención del concreto está muy relacionada con el clima. Debido a que en ciertos casos no se emplearon aditivos, las lluvias impiden la realización del proceso de fraguado del concreto. El concreto premezclado es más caro que el preparado en el lugar, pero su principal beneficio es la rapidez (American Concrete Institute. 2019).	La producción de concreto premezclado se lleva a cabo de manera sistemática para proporcionar un producto y una prestación de calidad; en cuanto al precio, el premezclado es más costoso, el diseño de mezcla no se aplica para el concreto convencional porque es IN SITU y la calidad del concreto se evalúa mediante ensayos físicos y mecánicos del concreto (Pancca, 2018).	Calidad del concreto	Resistencia a la Compresión	Razón	Kg/cm ²	Ficha de recolección de datos
				Trabajabilidad	Razón	Pulg.	Ficha de recolección de datos

	Temperatura	Razón	°C	Ficha de recolección de datos
Costo	Análisis de precios unitarios	Nominal	S/.	Ficha de recolección de datos
Producción	Rendimiento	Nominal	Horas	Ficha de recolección de datos
Diseño	Diseño de mezcla	Nominal	Kg/cm ³	Ficha de recolección de datos

Nota: En la tabla se detalla el cuadro de operacionalización de variables en el cual es un resumen de toda la investigación que se realizó donde especifica como se medirá las variables detallando los procedimientos concretos con la finalidad de demostrar las hipótesis de esta investigación.

III. Marco Teórico

3.1. Antecedentes

Saldaña & Yesid (2019) En la tesis titulada “Sistema de automatización planta de producción de concreto” de la Universidad Piloto de Colombia presento lo siguiente:

La capacitación del personal y la disponibilidad de las máquinas mejoraron gracias al mantenimiento preventivo. Al mismo tiempo, la gestión se optimizó por medio de software, el rendimiento se duplicó y la utilidad por metro cúbico aumentó en un 49% gracias a la automatización de la planta de concreto.

En el diseño del software es imprescindible relevar todos los requerimientos del cliente, para no omitir etapas que luego generen reprocesos ni introducir cambios de último minuto.

La automatización redujo el tiempo de producción en un 40%, gracias a los procesos simultáneos habilitados por la interfaz, lo que incrementó el rendimiento en metros cúbicos.

Los sistemas de dosificación automatizados aseguran que las proporciones de agregados, agua y cemento se cumplan con exactitud en el concreto premezclado. En nuestro caso, no se automatiza toda la planta, solo la dosificación: el software y el PLC son suministrados y desarrollados por un tercero, mientras que la implementación e integración restantes las realiza Tactical Solutions E.I.R.L.

Checa (2020) En la tesis titulada “Plan de mejora de la productividad en la planta de concreto premezclado a través la teoría de restricciones” de la Universidad de las Américas de Quito propone, para una línea de producción situada al sur de la ciudad, un plan cuyo propósito es elevar la productividad y la eficiencia del uso de los equipos, además de verificar su factibilidad técnica y económica.

El proyecto propone aumentar la productividad de la planta aplicando la Teoría de Restricciones (TOC) para optimizar la fabricación de hormigón y robustecer su desempeño operativo y financiero. Con Flexsim se busca elevar la producción al acortar el tiempo de carga, midiendo demoras y el porcentaje de inactividad de las máquinas. Su investigación impulsa la fabricación del concreto premezclado y, aunque coincide con el antecedente en emplear software de control de procesos para agilizar informes y sustentar decisiones de mantenimiento que reduzcan el tiempo muerto de los equipos, amplía el alcance al integrar estas herramientas en un esquema de gestión orientado a la toma de decisiones y al control del desempeño en campo.

Lemos (2021) En la tesis titulada “Propuesta de control de calidad para la fabricación del hormigón premezclado en central hormigonera, aplicando trazabilidad e integración de proveedores y distribuidores” de la Universidad Austral de Chile propone un sistema de control de calidad para una planta fija sin parámetros previamente definidos, detallando las actividades y procedimientos críticos para producir y distribuir el hormigón, así como los estándares de calidad pactados entre distribuidores y clientes. El diseño se sustenta en la trazabilidad y en la articulación con proveedores y distribuidores, y su validación se plantea mediante la verificación de la calidad del producto, evaluando el hormigón desde el abastecimiento de cemento, agregados y aditivos hasta su colocación en obra, con el propósito de disminuir costos y tiempos de ensayos y controles en campo. Además, se indica que la certificación ISO 9000 e ISO 14001 garantiza la calidad de procesos y productos, fortaleciendo el control interno y reduciendo el control en obra. En esa línea, nuestra investigación también realiza la dosificación y el control en la planta productora, con la particularidad de que, en lugar de concreto a granel, se trabaja con concreto premezclado transportado en camiones mezcladores hacia las obras.

López & Zare (2021) En la tesis titulada "Influencia del control de calidad en la resistencia del concreto premezclado y preparado en obra" concluye que tener un diseño de mezclas particular, ajustado a las características de cada agregado que se emplea en campo, incrementa la probabilidad de alcanzar a los 28 días una resistencia cercana a la proyectada, evitando tanto resultados inferiores como sobredimensionados. Asimismo, no es indispensable usar concreto premezclado para asegurar un buen desempeño resistente: Los resultados son positivos cuando el control de calidad en la obra es adecuado. Además, los ensayos de compresión a los 7 días son altamente predictivos para estimar si a 28 días se alcanzará la resistencia objetivo; y cuanto más se aleje el asentamiento (slump) medido en obra del valor esperado, mayor será la dispersión de la resistencia respecto de lo proyectado.

Cavero & Morales (2022) En la tesis titulada "Evaluación comparativa de la resistencia a compresión del concreto premezclado utilizado en obra y el fabricado en laboratorio, así como su evolución en placas estructurales", cuyo caso fue la "Facultad de Ciencias de la Salud UAC Q'ollana", demostró que el concreto premezclado aplicado en las placas exhibió un incremento constante de resistencia hasta la última medición, tanto para $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como para $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$, con pendientes positivas correspondientes de 0.0011 y 0.1283. De igual manera, el concreto fabricado en laboratorio con las mismas materias primas logró una velocidad de crecimiento y resistencia final superiores a las del concreto premezclado.

Guevara (2019) En la tesis titulada "Resistencia y costo de concreto premezclado y del concreto hecho al pie de obra" comparó la resistencia y el costo del concreto premezclado versus el elaborado en obra en edificaciones de la expansión Mollepampa. Las probetas del concreto "hecho en obra" se tomaron de la misma mezcla usada en los elementos estructurales, y las del premezclado se muestrearon al llegar a obra desde la planta Cementos Pacasmayo-DINO; en

ambos casos se contrastó contra un $f'c$ de referencia de 210 kg/cm^2 . Los resultados muestran que el premezclado promedia el 110% del $f'c$, mientras que el de obra solo alcanza el 70.4%. En costos, el premezclado es 24%–30% más caro y esa brecha casi no se reduce con mayores volúmenes de vaciado, debido al bajo precio y consecuente baja calidad de los agregados locales. Aun con menor rentabilidad, se recomienda usar premezclado a partir de 5 m^3 por su mejor comportamiento resistente y la seguridad estructural que ofrece.

Panca (2023) En la tesis titulada “Comparación del diseño, costo, producción y calidad del concreto dosificada in situ vs. premezclado para zonas accesibles de Puno y Juliaca” buscó confrontar el diseño de mezcla, los costos, la productividad y la calidad entre el concreto realizado en obra y el suministrado por planta. Para ello, se compararon ambos diseños de mezcla, se desarrolló un análisis de costos del concreto preparado en pie de obra y se contrastó con el producido industrialmente, se documentaron detalladamente las etapas de fabricación y, por último, se evaluó la calidad obtenida en cada alternativa. Los hallazgos indican que, aunque el premezclado presenta un costo mayor ($\text{S/ } 325.00/\text{m}^3$) respecto al dosificado en obra ($\text{S/ } 252.87/\text{m}^3$), con una diferencia de $\text{S/ } 72.13/\text{m}^3$ (22.19%), garantiza un diseño correcto y, al fabricarse en condiciones controladas, entrega un producto conforme a la normativa y a las exigencias de obra. En desempeño, el premezclado supera al concreto hecho en obra: en Puno, las pruebas de compresión del concreto muestreado in situ promediaron $f'c = 150.12 \text{ kg/cm}^2$ (71.49% de 210 kg/cm^2) y, en Juliaca, $f'c = 147.95 \text{ kg/cm}^2$ (70.45% de 210 kg/cm^2), confirmando la ventaja técnica del premezclado.

Goicochea (2019) En la tesis titulada “Análisis comparativo del comportamiento del concreto dosificado, mezclado y envasado en seco para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, frente al concreto normal elaborado en obra” Tiene como objetivo comparar el comportamiento mecánico de un

concreto elaborado por métodos volumétricos y mezclado en seco. ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) frente a un concreto convencional preparado en obra. Se trabajó con dos muestras de igual diseño de mezcla: un concreto patrón y otro envasado en seco. En ambos casos se evaluó la resistencia a compresión de cilindros a 7, 14 y 28 días. Los resultados fueron: para el premezclado en seco, 175.34 kg/cm^2 (7 días), 231.15 kg/cm^2 (14 días) y 310.01 kg/cm^2 (28 días); y para el concreto normal, 195.00 kg/cm^2 (7 días), 250.25 kg/cm^2 (14 días) y 325.00 kg/cm^2 (28 días). Con información obtenida mediante métodos cualitativos y cuantitativos, procesada y analizada, se concluye que el concreto envasado en seco no supera en resistencia a compresión axial al concreto tradicional elaborado en obra.

Delgado (2020) En la tesis titulada "Análisis comparativo del concreto convencional y el premezclado en la autoconstrucción de casas, para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Trujillo 2019" La investigación comparó la calidad del concreto premezclado y el concreto convencional (ambos de diseño para 210 kg/cm^2) en obras de Trujillo. Se hicieron pruebas de resistencia, slump, temperatura y caracterización de agregados. Los resultados indicaron que el concreto premezclado logró en promedio 260 kg/cm^2 , mientras que el convencional solo 140 kg/cm^2 , por fallas en la dosificación, mezcla y falta de supervisión técnica. Por el contrario, el concreto preparado in situ bajo supervisión alcanzó 251 kg/cm^2 , lo que demuestra que el concreto producido en obra puede igualar en calidad al premezclado.

Cayllahua (2024) En la tesis titulada "Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto premezclado y del concreto tradicional en viviendas de Patibamba Baja – Abancay, 2022" comparó de forma sistemática ambos tipos de concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, tomando como muestra 20 obras de la zona baja. Se realizaron ensayos de compresión, caracterización física de agregados y diseño de mezcla, organizados en cuatro fases: (i) levantamiento de

información y determinación muestral a partir de las construcciones anuales de Abancay; (ii) ensayos de resistencia conforme a ACI 325, ACI 330, ACI 522.R-10, NTP 339.034, ASTM C39, AASHTO 93 y ASTM C31; (iii) confección y toma de briquetas; y (iv) análisis estadístico en Microsoft Excel, con seguimiento a 7, 14 y 28 días. A los 28 días, el premezclado alcanzó 259.78 kg/cm² (49.78 kg/cm² por encima de la meta), mientras que el tradicional promedió 138.85 kg/cm² (71.15 kg/cm² por debajo). Se concluye que el concreto tradicional en autoconstrucción no satisface los parámetros de calidad por problemas de diseño y dosificación; por ello, se recomienda usar concreto premezclado de planta con supervisión técnica, para asegurar mayor confiabilidad, durabilidad estructural y menor fisuración frente a sismos.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. *Concreto*

El concreto es un material constructivo resistente, compuesto por cemento, agua y agregados, en ocasiones con aditivos y aire. Al principio es suave y moldeable, pero al endurecerse se vuelve sólida y resistente. Su funcionamiento y vida útil dependen de la proporción adecuada de sus componentes, la calidad de los materiales y la fabricación:

- Calidad integral de los agregados.
- Compatibilidad entre la matriz y los agregados y su capacidad de trabajar de forma conjunta.
- Sobre la primera: elegir un tipo de cemento adecuado, fijar una relación agua/cemento conveniente y, cuando corresponda, emplear aditivos; con ello se asegura el potencial de calidad de la matriz cementante.
- Respecto a los agregados: su calidad debe corresponder a las exigencias funcionales de la estructura, evitando que se conviertan en el eslabón débil frente a las condiciones de exposición y servicio a lo largo del tiempo.

La atención cuidadosa de estos tres pilares condiciona, en gran medida, la capacidad potencial del concreto para responder a las acciones del entorno y del uso. No obstante, disponer del material “correcto” no basta: se requiere además un diseño, especificación, construcción y mantenimiento de la estructura igualmente competentes para lograr obras resistentes y durables (American Concrete Institute. 2019).

3.2.1.1. Tipos de concreto

a. Concreto convencional

Es el que se prepara directamente en la obra (in situ). Su mezcla se realiza siguiendo dosificaciones preestablecidas y, una vez lista, se procede al encofrado del elemento a construir. La dosificación suele hacerse por volúmenes de los componentes, lo que no asegura proporciones exactas; por ello, con frecuencia el material no alcanza las propiedades previstas en el diseño estructural (American Concrete Institute. 2019).

Se recomiendan utilizar cada elemento del concreto fabricado in situ de manera adecuada para optimizar la producción en obra. También subrayan que la calidad no se basa únicamente en los materiales, sino de todas las etapas del proceso. En particular, para el mezclado aconsejan utilizar mezcladoras, puesto que estos equipos aseguran una distribución homogénea y un recubrimiento eficaz de cada partícula de agregado con la pasta cementante (Mehta & Monteiro, 2014).

Es indispensable verificar el buen estado de la mezcladora para evitar fallas durante el vaciado; además, debe colocarse sobre un suelo nivelado, y ubicarse cerca del punto de encofrado. El transporte del concreto ha de ser rápido y eficiente: la ruta debe estar despejada y ser lo más corta posible, extremando cuidados para no perder material ni alterar la mezcla. El vaciado en obra incide de forma directa en la calidad final. Se aconseja ubicar la mezcla lo más cerca posible de su ubicación final. Asimismo, el clima es determinante: ante lluvias intensas conviene suspender el colado para evitar el ingreso de agua adicional que modifique la relación a/c (Kosmatka & Panarese, 2011).

El curado es el proceso de conservar la humedad del concreto para que alcance plenamente su resistencia a compresión. En obra, se emplean métodos habituales como el riego continuo, la cobertura con mantas o alfombras húmedas en pisos y techos, con el objetivo de mantener la humedad el tiempo necesario (Aceros Arequipa, 2025).

b. Concreto premezclado

El concreto premezclado se fabrica en centrales concreteras. A diferencia del producido “in situ”, su dosificación se realiza por masa, lo que asegura mayor control y calidad en la elaboración. El control de la mezcla permite alcanzar resistencias previstas y densidades típicas entre 2300 y 2500 kg/m³ (Norma Técnica Peruana 339.114, 2016)

Las especificaciones aplicables son ASTM C-94 y NTP 339.114, que regulan la fabricación y la entrega del concreto premezclado, exigiendo que llegue a obra en estado fresco, sin iniciar el fraguado. La NTP 339.114 establece como unidad de medida el metro cúbico (m³) y remite a normas complementarias para garantizar la calidad de los insumos.

En síntesis, los materiales del concreto deben cumplir normas específicas: el cemento hidráulico conforme a la NTP 334.009 y a la NTP 334.090 o NTP 334.082; los agregados normales según la NTP 400.037, los livianos según ASTM C330 y los pesados conforme a ASTM C637; el agua de amasado según la NTP 339.008; y los aditivos de acuerdo con sus propias especificaciones, siendo los incorporadores de aire compatibles con la NTP 334.089 y los aditivos químicos con la NTP 334.088 o con ASTM C1017/C1017M.

La dosificación del concreto premezclado conforme a ASTM C-94 y NTP 339.114 se define según los requisitos del proyecto y se efectúa por masas. La NTP 339.114 precisa, además, cómo medir cada componente.

Para los cementantes y el cemento hidráulico, la normativa exige pesaje en una tolva alimentadora y en una balanza exclusivas, distintas de las utilizadas para otros insumos; se debe determinar primero la masa del cemento hidráulico y, posteriormente, la de los cementantes suplementarios. Asimismo, está prohibido usar medias bolsas u otras fracciones la bolsa de cemento Portland tiene una masa nominal de 42,5 kg a menos que primero se compruebe su peso real (Norma Técnica Peruana 339.114, 2016).

Los agregados, la medición se basa en la condición seca más la humedad total contenida, manteniendo la dosificación dentro de $\pm 2\%$ de la masa requerida.

El agua total comprende la agregada directamente, la humedad aportada por materiales y la introducida vía aditivos; puede medirse por masa o volumen con precisión del 1% del total requerido. Si se añade hielo, solo se mide por masa. En los camiones mezcladores se debe medir el agua que queda dentro del tambor; si no puede cuantificarse, es preciso drenar el agua de lavado para no modificar la dosificación. De forma análoga, los aditivos químicos pueden dosificarse por masa o volumen, siempre con precisión de $\pm 3\%$ respecto a la cantidad total especificada (ASTM C94/C94M-23, 2023).

3.2.2. Materiales

3.2.2.1. Cementos

El cemento debe ajustarse a las NTP vigentes y, en obra, debe ser del mismo tipo utilizado como referencia para definir la dosificación del concreto.

Tipos de cemento – Grupo I (Cemento Portland):

Tipo I: generalmente es de uso general; aplicable a obras civiles poca envergadura.

Tipo II: En este caso es tipo tiene de cemento tiene modera resistencia; recomendado cuando se requieren ambas prestaciones a nivel intermedio.

Tipo III: altas resistencias iniciales; indicado para poner en servicio la estructura con rapidez o lograr ganancias tempranas de resistencia.

Tipo IV: generalmente se utiliza para un concreto baja hidratación.

Tipo V: Este tipo tiene la función a resistir a elevadas presencia de sulfatos.

3.2.2.2. Agregados

Los agregados destinados al concreto deben cumplir las NTP aplicables. De manera excepcional, podrán emplearse agregados que no alcancen todos los requisitos normativos si el Constructor demuestra mediante ensayos y experiencias documentadas en obra que con ellos se obtienen concretos con la resistencia y durabilidad exigidas (Norma Técnica de Edificación E.060, 2024).

Si se comprueba que el método de compactación y la trabajabilidad permiten que el concreto sea colocado sin huecos ni "nidos" de grava, estas limitaciones pueden ser desestimadas. De igual manera, los agregados que no tienen un historial de uso o que son extraídos de lugares aledaños donde la supervisión realiza el control de calidad para su aprobación, siempre en cuando se hagan los ensayos normados que esta indique; dicha aprobación no reemplaza los controles por lotes en obra (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2024)

Los agregados finos y gruesos deben manejarse como materiales distintos: su procesamiento, transporte, manipulación, almacenamiento y pesado deben minimizar la pérdida de finos, conservar la uniformidad, evitar contaminación por impurezas y prevenir roturas o segregaciones relevantes. El agregado fino puede ser una mezcla de arena manufacturada y arena natural, o solamente una de ellas; sus granos deben ser limpios, de preferencia angulares, duros, densos y resistentes, sin formas laminares, materia orgánica ni otros contaminantes (Norma Técnica de Edificación E.060, 2024).

El agregado grueso puede provenir de grava natural o de trituración; sus partículas deben estar limpias y ser compactas, resistentes, de textura áspera, preferiblemente angulares o semiangulares, y no presentar escamas, materia orgánica u otras impurezas. La granulometría se elegirá para alcanzar la mayor densidad posible del concreto con la trabajabilidad que exijan las condiciones de colocación. Es necesario lavar los agregados con agua limpia y potable, o con agua sin materia orgánica, sólidos en suspensión ni sales (Norma Técnica Peruana 400.037, 2021)

3.2.2.3. Agua

El agua para el concreto debe ser preferiblemente potable. En caso contrario, puede utilizarse únicamente si está libre de sustancias perjudiciales, se ha verificado su compatibilidad a través de ensayos y los morteros resultantes alcanzan como mínimo el 90 % de la resistencia preparados con agua potable, de acuerdo con la NTP 334.051. Además, el contenido total de cloruros procedentes del agua, áridos y aditivos no debe sobrepasar los límites que se definan en la norma. Asimismo, queda prohibido emplear para el curado o el lavado de equipos cualquier agua que no cumpla estos requisitos. En elementos de concreto preesforzado o con aluminio embebido, el agua de mezcla, incluyendo la que aporta la humedad de los agregados, no debería tener concentraciones dañinas de iones (Norma Técnica Peruana 339.088, 2024).

3.2.2.4. Aditivos

Los materiales que se incorporan al concreto, a excepción del agua, el cemento y los agregados, son conocidos como aditivos. Su finalidad es ajustar propiedades como la trabajabilidad, la facilidad de colocación o el curado, con potencial para reducir costos y lograr mejores calidades. No obstante, no reemplazan las prácticas constructivas adecuadas (Norma Técnica Peruana 339.086, 2021).

Clasificación de aditivos

A. Aditivos acelerantes

Los acelerantes son aditivos químicos que se añaden al concreto con el fin de acelerar la resistencia y disminuir el tiempo de fraguado inicial, endureciéndose rápidamente y permitiendo manipular o desencofrar más rápido (Concrete Society, 2025).

B. Aditivos reductores de agua - plastificantes

Los aditivos reductores de agua o plastificantes son sustancias químicas que se añaden al hormigón o al mortero para reducir la cantidad de agua necesaria para obtener una trabajabilidad específica sin alterar la resistencia ni la durabilidad del material. Al disminuir la cantidad de agua, se obtiene una mezcla más compacta, menos porosa y más resistente, mejorando la cohesión y trabajabilidad (Concrete Society, 2025).

Los aditivos "reducen la cantidad de agua de amasado necesaria para lograr una consistencia específica o mejoran la trabajabilidad sin alterar el contenido de agua". Por lo tanto, los plastificantes mejoran las características del concreto fresco y endurecido, beneficiando su trabajabilidad y durabilidad (Norma Técnica Peruana 334.089, 2020).

C. Aditivos superplastificantes

Los aditivos superplastificantes son compuestos químicos de gran eficacia que se incorporan al concreto para disminuir de manera importante el contenido de agua (hasta un 30%) y optimizar la fluidez y la trabajabilidad sin comprometer su resistencia o durabilidad. Estos aditivos posibilitan que se logren concretos que son más compactos, duraderos y sencillos de colocar, incluso en estructuras con un armado denso o de acceso complicado (Concrete Society, 2025).

D. Aditivos retardadores

Los retardadores son aditivos químicos que se añaden a la mezcla de cemento o mortero para extender el tiempo de fraguado, lo que retrasa el inicio del endurecimiento sin perjudicar la resistencia final. Se emplean sobre todo en zonas cálidas o en construcciones que necesitan mover o poner el concreto a distancias más largas, lo que permite prevenir el fraguado anticipado y optimizar su manejabilidad (Concrete Society, 2025).

3.2.3. Propiedades del concreto

El concreto transita por dos etapas a lo largo de su vida útil. La primera comienza justo después del mezclado: es el estado fresco, en el que la mezcla es plástica y puede moldearse manualmente. La segunda aparece tras el fraguado: es el estado endurecido. En cada fase presenta propiedades diferentes, que determinan tanto la facilidad de manejo cuando está plástico como la calidad final que alcanzará una vez que haya endurecido (Gonzales & Huansi, 2022).

3.2.3.1. Concreto en estado fresco

a) Consistencia

Es la capacidad de ser transportado, emplazado y compactado sin separarse, lo que incluye su manejabilidad y fluidez. Como no se puede medir de manera directa, se determina a través de métodos indirectos, como el ensayo de asentamiento (Cono de Abrams ASTM C143). Esta propiedad se basa en la trabajabilidad, que está determinada por la dosificación y calidad de los materiales, el contenido de cemento y agua, las propiedades de los agregados, el empleo de aditivos y las condiciones del entorno (Norma Técnica Peruana 339.035, 2022).

Efectos principales:

- Relación a/c: al aumentarla se mejora la fluidez, pero también se incrementa la segregación. Un cemento más fino reduce la trabajabilidad inicial por su mayor área específica y su hidratación más rápida.

- Relación cemento/agregado: define mezclas “pobres” (bajo contenido de pasta) o “ricas” (alto contenido de pasta). Una relación baja disminuye la trabajabilidad. La forma de los agregados también importa: partículas más redondeadas suelen mejorarla.

- Aditivos: los inclusores de aire y reductores de agua incrementan la fluidez, disminuyen la segregación y facilitan la colocación; no obstante, ciertos aditivos pueden, en algunos casos, reducir la fluidez.

- Ambiente: temperatura y humedad relativa afectan hidratación y evaporación. Con temperaturas altas y/o baja humedad, la evaporación se acelera y la trabajabilidad cae; por tanto, se requiere mayor control para conservar la manejabilidad de la mezcla.

b) Consistencia

La consistencia relaciona la humedad de la mezcla con su capacidad de fluir; es un componente de la trabajabilidad, aunque no la agota. Su evaluación más extendida es el Ensayo de Revenimiento (Cono de Abrams), donde asentamientos mayores se traducen, en términos prácticos, en un concreto más fluido (Norma Técnica Peruana 339.035, 2022).

c) Peso unitario del concreto

En construcción se emplean diversos tipos de concreto y, como no todos tienen igual propósito ni la misma dosificación, su peso unitario varía. Para el concreto convencional el más habitual en obra, con resistencias del orden de 175 a 350 kg/cm² el peso unitario suele estar entre

2,200 y 2,400 kg/m³, rango influido por el tipo y peso de los agregados, así como por el contenido de agua y cemento. El concreto premezclado, producido bajo estándares de calidad más estrictos, presenta un peso volumétrico aproximado de 2,100 a 2,400 kg/m³ variable según la región (Construyendo Seguro, 2024).

El peso unitario es la relación entre el peso de un material y el volumen que este ocupa en su totalidad, incluyendo los huecos, y cambia dependiendo de cómo estén dispuestos los granos. La ASTM C29 establece que su determinación se obtiene al compactar el material en un molde de metal en tres estratos de 25 golpes cada uno. Este valor se utiliza para determinar proporciones en el diseño de mezclas y transformar las dosificaciones de peso a volumen, aunque podría cambiar debido a discrepancias en la compactación real del material (ASTM C29/C29M-23, 2023).

3.2.3.2. Concreto en estado endurecido

Es la etapa que sigue a la hidratación, el proceso de mezclado del agua con el cemento da origen a un compuesto químico y crean nuevos compuestos. A medida que avanza esta reacción, la pasta desarrolla una estructura sólida y el material comienza a incrementar su resistencia mecánica (ACI Concrete Terminology, 2013).

A. Resistencia

Es la máxima fuerza que puede soportar sin fallar, es una propiedad fundamental que refleja su calidad. Usualmente, se evalúa a los 28 días, cuando la resistencia alcanza su punto más alto. Esta puede aumentar hasta un 15 % entre los días 56 y 90. El curado, la relación agua/cemento y el tipo de cemento son los factores que determinan su valor. La resistencia a compresión se mide en laboratorio utilizando probetas cilíndricas (ASTM) de 6"x12", que después de ser curadas, son sometidas a una carga axial controlada (ASTM C39/C39M-23, 2023).

3.2.4. Concreto Premezclado producción

A. Planta de Dosificación

Una planta de dosificación es un lugar en el que se pesan y mezclan los componentes del concreto (agua, cemento, aditivos y agregados) de manera exacta, siguiendo una fórmula específica. Su propósito principal es asegurar que cada lote de mezcla se ajuste a las proporciones fijadas, lo cual garantiza la calidad, la uniformidad y el rendimiento del concreto fabricado (Ready-mix concrete, 2025).

Concretos Supermix S.A

Pertenece al Consorcio Cementero del Sur S.A. e integra el Grupo Gloria; empezó a operar en 1998 como “Yura División Concretos” y, desde 2011, trabaja bajo la marca “Concretos Supermix S.A.”. Ofrece elaboración, transporte y bombeo de concreto premezclado, garantizando calidad, trazabilidad de la mezcla, asesoría técnica y ahorros en tiempo y logística. Además, produce bloques prefabricados y pretensados. Desarrolla actividades en grandes proyectos de infraestructura y minería, dentro y fuera del país, y es reconocida como socio estratégico y opción preferida por sus clientes.

Supermix opera en el sur del Perú con plantas y dispone de más de 24 plantas dosificadoras de concreto, con capacidades que van de 14 a 120 m³/h.

3.2.4.1. Producción de Concreto Premezclado

La fabricación de concreto premezclado se divide en tres fases esenciales: la distribución, la producción y el transporte. Cada una debe llevarse a cabo de forma sistemática para garantizar un servicio y un producto de alta calidad (Ready-mix concrete, 2025).

A. Comercialización

Al solicitar concreto premezclado, se inicia con la cotización, que puede gestionarse en planta o por correo electrónico, fax o llamada, indicando el tipo de concreto, volumen y demás requisitos del pedido; posteriormente, se realiza una visita de inspección para verificar la accesibilidad de los camiones mixer y evaluar en detalle las condiciones del suministro:

- Material utilizado para la vía de acceso (asfalto, concreto u otro),
- Pendientes y curvas con peligro,
- Tiempos y distancias calculados,
- Puentes en funcionamiento y sus cargas permitidas,
- Cables eléctricos instalados a baja altura, y cualquier otro factor relevante.

Si se identifican restricciones de acceso, se evalúan soluciones o rutas alternativas; si no son viables, la venta no procede. Superado el acceso y aceptada la cotización por el cliente, el proceso continúa. La venta puede ser al contado o al crédito; en este último caso se revisa el historial financiero (National Ready Mixed Concrete Association, 2020).

B. Producción

❖ Programación

Para iniciar la producción es esencial programar los despachos, gestión que puede realizarse en planta, por correo y/o teléfono, dejando siempre un registro de cada coordinación. Se sugiere planificar por semanas para coordinar en planta el suministro de insumos y equipos. La programación debe indicar el volumen requerido, la clase de concreto, la fecha de envío y también la frecuencia y hora de los envíos (National Ready Mixed Concrete Association, 2021).

❖ Despacho

En promedio, una planta dosificadora tarda entre 5 y 8 minutos en fabricar 8 m³ de concreto. A esto hay que sumarle el tiempo que toma transportar el concreto hasta la obra; por ello, las entregas se programan usualmente con una hora de anticipación respecto a la hora de arribo acordada, ampliando ese margen si el proyecto se ubica a mayor distancia (National Ready Mixed Concrete Association, 2021).

3.2.4.2. Fabricación de Concreto Premezclado

Se comienza la producción de concreto cuando los arcones con adiciones pétreas (piedra chancada y arena gruesa) están listos, los silos tienen suficiente cemento, el camión mixer está en la ubicación correcta para recibir la mezcla y se cuenta con el suministro de agua potable operativo. Inicialmente, las materias primas son pesadas de manera automática; cada dosificación es depositada en la faja transportadora y es conducida hacia el embudo de la hormigonera del mixer.

El orden de carga es el siguiente:

- 60% del agua total,
- aditivo dosificado,
- agregados pétreos,
- cemento,
- el 30% de agua restante.

3.2.4.2.1. Mezcladores

Las mezcladoras pueden ser estacionarias o montadas en camiones; en ambos casos deben lograr una mezcla homogénea dentro del tiempo previsto. Existen tres esquemas para el concreto premezclado: (1) mezcla completa en la planta, (2) mezcla parcial en planta con terminación durante el traslado y (3) mezcla íntegramente realizada en el camión. En esta investigación

adoptaremos la modalidad (3), es decir, el concreto completamente mezclado en el vehículo; para simplificar, en adelante lo denominaremos “Mixer” (Ready-mix concrete, 2025).

3.2.4.2.2. Transporte

El concreto debe trasladarse por un medio que conserve la mezcla homogénea y permita una descarga uniforme, asegurando un material apto para su colocación en obra. El medio de transporte más habitual es el camión mixer: un vehículo con tambor (betonera) que lleva el concreto mientras lo mantiene en movimiento. El camión agitador se emplea cuando la mezcla se amasa en una planta amasadora y su función es únicamente agitar y transportar. En cambio, el camión mixer se usa en plantas dosificadoras: recibe los componentes, realiza el amasado durante el traslado y entrega el concreto en el frente de obra (Ready-mix concrete, 2025).

3.2.4.2.3. Mixer

Es un vehículo mezclador–transportador de concreto fresco con un tambor (tolva) ovalado de rotación variable montado en la parte posterior. En su interior posee dobles aspas helicoidales de paso corto ubicadas lateralmente, fabricadas con la misma chapa del tambor y con un refuerzo anti-desgaste soldado en el extremo. Las hélices hacen más fácil recibir materiales desde la planta dosificadora y descargar el concreto; para despachar, cambian su dirección de giro. El sentido y la velocidad del tambor se controlan mediante un mando con tres palancas y dos cables de acero, generalmente situado en la parte posterior izquierda de la hormigonera (Universidad Católica de Santa María, 2025).

3.2.4.3. Sistema de Mezclado

El sistema de mezclado del mixer se compone de partes mecánicas que hacen posible la homogeneización de los materiales del concreto al interior del tambor rotativo del camión mezclador. Su tarea es garantizar una mezcla homogénea durante el transporte, previniendo la

segregación y conservando la trabajabilidad del concreto hasta su descarga en el lugar de trabajo (NTP 339.114, 2016).

Aplicaciones:

El camión mezclador se utiliza en las siguientes circunstancias:

- ✓ Entrega de concreto a obras en las proximidades.
- ✓ Rápida descarga.
- ✓ Concretos de gran resistencia.

3.2.4.4. Transporte y Manejo del Concreto

Para poder transportar y manipular el concreto, una planificación previa permite elegir la opción más conveniente y evitar imprevistos. Esta debe contemplar tres escenarios posibles que, de ocurrir durante el manejo y la colocación, pueden afectar gravemente la calidad del acabado final, a saber:

A. Retrasos

La finalidad de programar un calendario de obra es ejecutar los trabajos con la mayor rapidez posible, disponiendo de la resistencia lateral adecuada y del equipo necesario. Dado que la maquinaria para transportar y colocar concreto se ha modernizado, la productividad máxima se alcanza organizando las tareas para aprovechar al máximo al personal y los recursos, minimizando los tiempos muertos y los retrasos durante la colocación del concreto (Oracle América Latina, 2025).

B. Endurecimiento Temprano y Secado

Cuando el cemento se mezcla con agua, comienza el proceso de endurecimiento; no obstante, lo que sucede en los primeros 30 minutos rara vez genera inconvenientes. En condiciones

normales y manteniendo la mezcla en agitación, el concreto puede colocarse y compactarse dentro de los primeros 90 minutos tras el amasado. Con una planificación adecuada, deben reducirse al mínimo los factores que adelanten el fraguado hasta un punto que impida la consolidación completa y complique las labores de acabado (ASTM C94/C94M-21, 2021).

C. Segregación

La separación del agregado grueso del mortero (cemento-arena) es un método de segregación: así, una porción de la mezcla queda deficitaria en grueso y otra con exceso. La zona con poco agregado tiende a mayor contracción, fisuración y menor resistencia a la abrasión; la zona con exceso resulta áspera, difícil de compactar y de terminar, generando superficies irregulares. Por ello, los métodos y equipos de transporte y manipulación del concreto deben minimizar la segregación (The Constructor, 2017).

Descarga

La zona de descarga debe ser estable y estar libre de escombros. Además, el área de maniobra debe contar con al menos 3 m de ancho, 4 m de altura libre y una pendiente $< 18^\circ$; el operador del mixer verifica estas condiciones y puede negar la descarga si no se cumplen. La descarga puede realizarse directamente con los chutes del mixer, hacia la tolva de una bomba telescópica para su bombeo, o a recipientes de torre grúa u otros medios equivalentes (DonConcreto, 2021).

3.2.4.5. Control de Calidad en Planta

Para producir concreto premezclado es esencial garantizar que las materias primas sean las apropiadas y cumplan las normas de calidad; por ello, mientras permanecen en planta se someten a inspecciones, controles y ensayos periódicos. De igual modo, se verifica el estado y la calibración

de los equipos y maquinarias esenciales para que la planta de concreto opere adecuadamente. En la planta, las inspecciones se organizan en dos categorías: por un lado, la visual y, por otro lado, la que se realiza a través de pruebas (NRMCA Quality Control Guide, 2022).

A. Inspección Visual

Los acopios de agregados se inspeccionan diariamente para detectar impurezas y verificar su granulometría; en cuanto al cemento, la verificación se centra en confirmar mediante guías de despacho y precintos de seguridad que lo recibido corresponde a lo solicitado. El agua puede someterse a una revisión visual para identificar contaminantes. Este esquema de inspección también se aplica a equipos y maquinaria de planta mediante un checklist que detalla cada componente a revisar. El operador del mixer es el encargado de verificar diariamente los camiones mixer antes de cada carga; el chequeo diario de la planta corresponde al operador de planta, quien debe revisar exhaustivamente los puntos señalados en el checklist (NRMCA Quality Control Guide, 2022).

B. Inspección por Ensayo

Se utilizan dos variedades de control en este campo: externo e interno. El control interno se realiza en la planta de hormigón o en los laboratorios de la empresa de concreto; el control externo lo realizan laboratorios independientes. En términos generales, los ensayos y verificaciones son similares entre empresas, variando sobre todo la frecuencia con que se aplican según las políticas de cada una (NRMCA Quality Control Guide, 2022).

C. Concreto Premezclado Fresco

La prueba de revenimiento (Cono de Abrams) es uno de los análisis rutinarios en planta para determinar la consistencia del concreto, y está estandarizada por la NTP 339.035. En cada

despacho debe evaluarse visualmente la consistencia y, ante cualquier duda, aplicar el ensayo de cono. Además, muchas distribuidoras establecen que, cada cierto número de despachos, se ejecute obligatoriamente esta medición para control de calidad (NTP 339.035, 2015).

D. Verificación de Volumen de Concreto

La comprobación del volumen de concreto en el mezclador implica verificar la capacidad real del tambor mezclador para garantizar que el volumen de concreto cargado sea equivalente al que fue determinado por el diseño. Este control asegura que la dosificación sea exacta, previene las sobrecargas y ayuda a conservar la uniformidad y calidad del concreto mientras se transporta y descarga (ASTM C94/C94M-23, 2023).

E. Toma de Concreto Fresco para Ensayo a Compresión

La toma de concreto fresco para ensayo a compresión consiste en obtener una muestra representativa del concreto recién mezclado, con el objetivo de crear probetas cúbicas o cilíndricas que serán examinadas en laboratorio. Este método posibilita la evaluación de la resistencia a compresión del concreto, garantizando que los estándares de calidad definidos por las normas técnicas y las especificaciones de diseño sean satisfechos (ASTM C39/C39M-23, 2023).

3.2.4.6. Ventajas del Concreto Premezclado

- Entre las ventajas más destacadas se encuentran:
- El proveedor de concreto premezclado es especialista en su elaboración.
- Cumplimiento garantizado de las normas vigentes de fabricación y distribución.
- Amplio rango de resistencias disponibles, desde 50 kg/cm² hasta 600 kg/cm².
- Capacidad para producir grandes volúmenes en minutos.

- Control de calidad riguroso sobre el material entregado.
- Dosificación con pesos exactos de cada componente.
- Suministro 24/7, según requerimiento.
- No se requiere almacenamiento en obra de cemento ni agregados.
- Cero mermas y menor fuga de materiales.
- Menor carga administrativa por evitar compras dispersas de insumos.
- Mano de obra económica.
- Conocimiento preciso del costo del concreto.
- Vaciados más rápidos, lo que acelera el avance de la obra.
- Facilidad de bombeo del concreto premezclado.

3.2.5. Concreto Convencional producción

La dosificación consiste en escoger y medir correctamente las cantidades de cada ingrediente que ingresará a la mezcladora para fabricar el concreto, de modo que el concreto cumpla los diseños exigidos.

En el Perú, pese a la alta exposición a fenómenos naturales, cada año se edifican decenas de miles de viviendas informales. Una vivienda formal se distingue, entre otros aspectos, por contar con título de propiedad y licencia de construcción municipal, que certifica el emplazamiento en suelo apto y el uso de planos técnicos. Cuando no se cumplen estas condiciones, la edificación tiende a presentar fallas estructurales o funcionales y, tarde o temprano, demandará remodelaciones costosas. Como advierte la práctica profesional, invertir 5%–10% adicional al inicio puede evitar sobrecostos cercanos al 100% en correcciones posteriores. Además, comprar

materiales al por menor puede ser hasta 40% más caro que al por mayor, de modo que planificar bien supone un ahorro real y prudente (Instituto Peruano de Economía, 2025).

La autoconstrucción informal, vista a veces como un “mal necesario” por la escasez de programas de vivienda asequible, acarrea problemas frecuentes por falta de conocimiento y asistencia técnica, tales como:

1. La ausencia de condiciones adecuadas para vivir
2. La insuficiencia en la construcción a nivel estructural.
3. El uso incorrecto de los materiales para la construcción.

3.2.5.1. Insumos para Dosificación de Concreto “Convencional”

(a) Cemento

El cemento se comercializa en bolsas de 42,5 kg. Entre las marcas disponibles figuran YURA, INKA, SOL y APU; los tipos más empleados son I e IP, cuyas características aparecen impresas en el empaque (Aceros Arequipa, 2025).

Consideraciones:

Dado su efecto sobre múltiples propiedades del concreto, el cemento debe conservarse en óptimas condiciones. Se recomienda: no comprarlo con más de dos semanas de anticipación; almacenarlo protegido de la humedad y elevado del suelo sobre tarimas, cubierto adecuadamente; y limitar el almacenamiento en obra a un mes. Antes de usarlo, verifique que no tenga grumos; si aparecen, solo puede emplearse cuando se deshagan fácilmente con la yema de los dedos (Aceros Arequipa, 2025).

- **Arena Gruesa**
- **Piedra Chancada**

Agua

El agua para el hormigón es la parte líquida que, al combinarse con el cemento, desencadena una reacción de hidratación que posibilita que el material fragüe y se endurezca. Asimismo, facilita la fluidez requerida para mezclar, colocar y compactar el concreto. Debe estar libre de elementos nocivos y ser pura, cumpliendo con las normas de calidad para asegurar la durabilidad y resistencia del concreto (Quality Control of Water for Concrete, 2025).

- Su resistencia se reduce.
- Modifica el periodo de tiempo en que el concreto adquiere su máxima dureza.
- Provoca corrosión en el refuerzo.
- Además, es capaz de generar eflorescencia (una especie de polvo blanco también llamado salitre) en la superficie.

3.2.5.2. Mezcla

La mezcla de concreto consiste en combinar, de manera uniforme, los materiales que lo constituyen: agua, cemento, agregados y a veces aditivos, en las proporciones establecidas con anterioridad. Su meta es conseguir una masa uniforme, que sea manejable y posea las características necesarias para asegurar la calidad, durabilidad y resistencia del concreto en estado fresco o endurecido, satisfaciendo así los requerimientos del diseño estructural (Universidad Católica de Santa María, 2025).

3.2.5.3. La Mezcladora

Su propósito es mezclar los insumos del concreto cemento, arena, piedra chancada y agua; frente al batido manual, la mezcladora entrega una mezcla uniforme y homogénea (proporciones constantes de cada componente) y, con el control adecuado de otras variables, contribuye a lograr

la resistencia f'c prevista. El tiempo de mezclado contado desde que todos los materiales ingresan al equipo varía según la máquina, pero no debe ser inferior a 2 minutos. Hay dos configuraciones principales: la mezcladora de tolva, que permite cargar arena y piedra con buggies, y la mezcladora de trompo, donde los materiales se elevan hasta la boca de carga y ofrece menor productividad. Se fabrican en distintos tamaños, siendo comunes capacidades de 7, 9, 12 y 14 ft³ (Aceros Arequipa, 2025).

Recomendaciones en Cuanto a la Mezcladora

- Debe estar operando de manera adecuada para evitar que se produzca un daño durante el vaciado.
- Es necesario que se instale de manera adecuada, o sea, en un suelo plano y nivelado.
- Debe estar correctamente surtida de aceite y de combustible.
- La canaleta de entrada y salida, así como el tambor giratorio, no pueden tener residuos de hormigón endurecido o agujeros.
- La operación debe llevarse a cabo con la velocidad y la capacidad sugeridas por el fabricante.
- Es necesario marcar correctamente el depósito que se usa para medir el agua con el fin de regular su cantidad.
- Después de finalizar el vaciado, es necesario limpiar la cuba de la mezcladora usando una cantidad generosa de agua. Esto evitará que se peguen residuos de concreto.

3.2.5.4. La Vibradora

La vibradora expulsa el aire atrapado durante el vaciado, reduce vacíos y eleva la calidad del concreto porque: (i) compacta la combinación y eleva la resistencia a compresión; (ii) reduce la porosidad, lo que impide que ingresen elementos capaces de corroer el refuerzo; (iii) optimiza la adherencia entre el concreto y el acero, así como su resistencia asociada, y (iv) optimiza el acabado en concretos caravista (Aceros Arequipa, 2025).

3.2.5.5. Transporte de Concreto Dosificado IN SITU

Para un transporte correcto del concreto que preserve su calidad se sugiere: seleccionar una ruta corta y libre de baches u obstáculos, y desplazarse con agilidad (sin correr); disponer de personal suficiente para vaciar rápido; evitar pérdidas de pasta o agua por evaporación durante el transporte; no trasladar a largas distancias mezclas excesivamente fluidas; y no usar carretillas (Manual de Construcción para Maestros de Obra, 2025).

3.2.5.6. Colocación (Vaciado) de Concreto Realizado IN SITU

Esta actividad debe ejecutarse con cuidado para asegurar resistencia y durabilidad. No se permite agregar agua durante la colocación ni usar concreto con signos de fraguado; el intervalo entre mezclado y vaciado debe ser mínimo. La mezcla debe depositarse lo más cerca posible de su posición final, evitando acumular grandes volúmenes en un punto para luego extenderlos. No se debe colocar concreto bajo lluvia intensa salvo que exista protección que impida el contacto directo con el agua. Es preferible vaciar de noche, asegurando iluminación y medidas de seguridad adecuadas (Manual de Construcción para Maestros de Obra, 2025).

3.2.5.7. Curado del Concreto

Es el proceso de conservar el concreto en condiciones húmedas durante varios días después del vaciado, con el fin de que desarrolle la resistencia especificada ($f'c$) y de prevenir fisuras superficiales. En las primeras horas, el sol y el viento aceleran el secado, por lo que debe protegerse la mezcla. A los 7 días, el concreto suele desarrollar una parte significativa de su resistencia (con cemento Tipo I, alrededor del 70% de $f'c$); llegar al 100% depende en gran medida de conservar la humedad. Si no se cura, ese 30% restante puede perderse por secado prematuro, degradando la calidad del material. Por ello, se recomienda curar al menos 7 días y, en obras más exigentes, hasta 14 días. Todos los métodos apuntan al mismo objetivo: mantener la humedad necesaria para que el concreto desarrolle las propiedades que aseguran su calidad y resistencia. Entre las prácticas más habituales en obra se encuentran: (i) riego continuo y directo; (ii) empleo de arrocetas en losas y cubiertas; y (iii) instalación alfombras de curado para el concreto (Aceros Arequipa, 2025).

3.2.5.8. Diseño de Mezcla

Es el proceso de escoger y mezclar los elementos del concreto en proporciones adecuadas y asequibles para lograr, en estado fresco, la trabajabilidad y la consistencia necesarias; y, en estado endurecido, el desempeño que exige el proyectista según planos y especificaciones. Al definir dichas proporciones, el proyectista debe considerar: (i) las características del concreto endurecido que el ingeniero estructural ha pedido y ha dejado registradas en los planos y especificaciones; (ii) las propiedades del concreto fresco, determinadas por el ingeniero de la construcción con base en la naturaleza de la obra, sus especificidades y su método de colocación; y (iii) el precio por metro cúbico de concreto (Universidad Católica de Santa María, 2025).

3.2.5.9. Ventajas del Concreto Dosificado IN SITU

- Costo de producción aparente más bajo.
- Desarrollo en el lugar de trabajo (in situ).
- Flexibilidad frente a faltantes: es posible solucionar imprevistos relacionados con insumos de manera inmediata para finalizar la jornada.
- Demanda reducida de espacio para la elaboración de concreto.

3.2.6.0. Desventajas del Concreto Dosificado IN SITU

Entre las principales desventajas, tenemos:

- La fabricación de concreto en obra es una actividad secundaria frente al premezclado, donde es lo principal.
- Los proveedores de agregados no están siendo controlados.
- Muestra dificultad para manejar el concreto entre la mezcladora y el espacio de trabajo.
- El concreto que se coloca al final no es uniforme.
- Para la dosificación del concreto, es necesario contar con instrumentos manuales como palas, winches, buguies y otros.

3.3. Definición de términos

Concreto Premezclado. Se compone de materiales cementantes, agua y agregados por lo general, arena y grava o roca triturada. Es común confundir cemento con concreto, pero no son equivalentes: el cemento es un polvo ligante que permite la unión de los agregados para formar la masa de concreto. Por su parte, el concreto premezclado es aquel que se suministra al usuario en estado fresco, es decir, antes de endurecer (National Ready Mixed Concrete Association, 2025)

Concreto Convencional. El concreto in situ o convencional se prepara directamente en la obra, siguiendo dosificaciones previamente definidas; tras su elaboración, se procede al encofrado del elemento a ejecutar. Una característica crucial de este método es que la dosificación suele hacerse por volúmenes de los componentes, lo que no garantiza proporciones exactas. Como consecuencia, en muchos casos el material no alcanza las propiedades previstas en el diseño estructural (Concreteira Perú, 2025).

Agregado grueso. Es el material que queda retenido en el tamiz N°4, y está formado por piedras graníticas. Se clasifican como piedra chancada o grava (Montero, 2025).

Agregado fino. Se obtiene cuando las piedras se rompen de forma natural o artificial y puede pasar a través del tamiz N°4, que tiene cuatro agujeros por pulgada cuadrada. Un ejemplo común de este agregado es la arena, que se forma cuando las rocas se descomponen. (Universidad Nacional de Cajamarca, 2025).

Cemento. Es un material mineral en polvo que se usa para unir firmemente diferentes materiales de construcción. Al mezclarlo con agua, se convierte en una pasta que puede endurecerse tanto al estar en contacto con el aire como bajo el agua. Gracias a esto, el cemento ayuda a que las estructuras sean fuertes y duraderas (Torre,2004).

Fraguado. Es el proceso por el cual una mezcla cementicia, como el concreto o mortero, pierde su plasticidad y comienza a adquirir rigidez después de mezclarse con agua, resultado de reacciones químicas que transforman la mezcla en un material sólido (Universidad Nacional Autónoma de Chota, 2025).

Mixer. Es el concreto dosificado en planta, mezclado allí mismo o en camiones mixer, y trasladado a la obra para su colocación.

Planta de Premezclado. Es el área donde se montan maquinarias y equipos especializados para elaborar volúmenes elevados de concreto bajo condiciones controladas tipo laboratorio, y luego entregarlo en obra como mezcla fresca (aún no endurecida).

Aditivos. Se llaman aditivos a los materiales que se incorporan al concreto, distintos del agua, los agregados y el cemento; se añaden para ajustar determinadas propiedades del material, como su trabajabilidad, la facilidad de colocación, el curado, entre otras.

Resistencia a la comprensión. Es una característica del concreto que representa la propiedad para oponerse a una fuerza por unidad de área, este fenómeno comúnmente denominado aplastamiento es visto en las estructuras (Aquino, 2019).

Trabajabilidad. Se refiere a la facilidad con la que los ingredientes pueden combinarse y la mezcla resultante puede ser manipulada, transportada y colocada sin perder su homogeneidad de manera significativa.

Agua de Mezclado. El agua que se use debe ser potable y no contener contaminantes que alteren la calidad del hormigón; no ha de tener sabor, limo ni materia orgánica suspendida. Las aguas muy duras tienen la capacidad de albergar concentraciones altas de sulfatos, que, cuando están en niveles altos, afectan negativamente al concreto y a su acabado final.

Análisis granulométrico. Es un ensayo utilizado para determinar cómo se distribuyen los tamaños de las partículas en un material granular separándolas por tamices de diferente apertura y calculando el porcentaje que retiene o pasa por cada uno; este proceso es fundamental para caracterizar suelos y agregados en ingeniería civil y asegurar su idoneidad en obras (Anibarro, 2015).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

La investigación aplicada es una modalidad de estudio que se enfoca en solucionar problemas específicos o prácticos, utilizando conocimientos científicos. Su objetivo principal es producir soluciones que puedan aplicarse en circunstancias reales, lo que favorece la mejora de procesos, el perfeccionamiento de recursos o el desarrollo de tecnologías novedosas fundamentadas en teorías preexistentes (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En este marco, la tesis busca comparar la calidad, el costo, el diseño y la producción entre un concreto convencional y uno prefabricado.

4.1.2. Nivel o alcance de investigación

La investigación es descriptivo-correlacional: describe con detalle los fenómenos del objeto de estudio y mide las variables de interés para luego cuantificar el grado de relación entre ellas; esto implica evaluar cada variable presuntamente vinculada y determinar su correlación, sustentando dichas relaciones en supuestos verificados (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En esta tesis, la comparación entre concreto convencional y prefabricado se establecerá con datos estadísticos obtenidos de fichas de recolección, a fin de contrastar con mayor confiabilidad sus diferencias en desempeño y validar los hallazgos.

4.1.3. Diseño de la investigación

La investigación cuasi-experimental es una clase de estudio que investiga la conexión entre variables y los resultados de una intervención, aunque no se asignen los participantes o grupos al azar. Se utiliza cuando no se puede controlar por completo las condiciones del experimento, lo que permite observar alteraciones o efectos reales en entornos naturales y cotejar

los resultados previos y posteriores a un tratamiento o acción. (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista-Lucio, 2022).

En esta tesis, se utilizan criterios prácticos, con el objetivo de comparar el concreto convencional y el premezclado en diseño, costo, producción y calidad; de manera ordenada se recolectará la información a detalle y complementar estadísticamente.

4.2. Ámbito temporal y espacial

4.2.1. *Ámbito temporal*

En el año 2025, se empezó con la investigación.

4.2.2. *Espacial*

En la ciudad de Abancay.

4.3. Población y muestra

Población

Al definir una población, se establecen características comunes a todos los elementos medidos, reconociendo a la vez que pueden existir factores adicionales que varíen entre ellos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En este estudio, la población está constituida por seis viviendas de la ciudad de Abancay, en las que se ejecutó el vaciado de concreto tanto con método convencional como con concreto premezclado, en áreas distintas de cada inmueble, dado que cada uno cuenta con planos de construcción diferentes.

Muestra

El muestreo no probabilístico es un procedimiento de selección de muestras donde no todos los componentes de la población tienen las mismas posibilidades de ser seleccionados. La selección de los participantes se fundamenta en criterios del investigador, conveniencia o rasgos

particulares; esto posibilita la obtención de información significativa en situaciones donde no es factible realizar una selección aleatoria, aunque la representatividad estadística sea menos. (Arias, 2016).

En esta tesis se comparará el vaciado de concreto mediante dos métodos de elaboración para determinar cuál resulta más recomendable en la construcción de vivienda según calidad del concreto, costo, producción y diseño. Se definen dos grupos: Grupo 1 (CC), con 27 testigos cilíndricos (3 por vivienda) de 4" × 8", obtenidos in situ en 3 viviendas que emplean concreto tradicional; y Grupo 2 (CP), con 27 testigos cilíndricos (3 por vivienda) de 4" × 8", tomados in situ en 3 viviendas que utilizan concreto premezclado.

4.4. Instrumentos

Las fichas de recolección son instrumentos para registrar de forma sistemática la información necesaria y pertinente obtenida durante el levantamiento de datos; su contenido se transcribe y queda disponible para consulta continua cuando se requiera (Arias, 2016). En esta tesis, se emplean dichas fichas para recopilar los datos de las variables dependientes calidad del concreto, costo, producción, diseño y las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido.

4.5. Procedimientos

La tesis se desarrollará en seis viviendas en construcción en Abancay: tres con concreto premezclado y tres con concreto convencional, previo permiso de los propietarios. Se tomarán muestras in situ durante el vaciado de ambos tipos de concreto y se evaluará la resistencia conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones y la NTE E.060 Concreto Armado para determinar su aceptabilidad. Los ensayos se realizarán a 7, 14 y 28 días, midiendo la resistencia por rotura de briquetas y comparándola con el valor de referencia 210 kg/m²; posteriormente, se efectuará la

comparación integral entre premezclado y tradicional en términos de resistencia, costo, calidad, producción y diseño de mezcla (NTE E.060, 2009).

4.6. Análisis de datos

La prueba estadística conocida como análisis t de Student se usa para comparar las medias de dos conjuntos y determinar si hay una diferencia importante entre ellas. Se utiliza en los casos en que las muestras son pequeñas y la población presenta una distribución normal, lo que posibilita analizar hipótesis relacionadas con el impacto de un tratamiento o variable sobre los resultados logrados (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Para este estudio, se procesaron y examinaron los datos adquiridos de las pruebas y observaciones llevadas a cabo sobre el concreto premezclado y el convencional, que tenían ambos un diseño de resistencia a la compresión de 210 kg/cm². Con el objetivo de establecer si hay diferencias significativas entre los dos tipos de concreto, los resultados se clasificaron en tablas comparativas y se analizaron utilizando análisis t de Student, así como estadística descriptiva (porcentajes, promedios y desviaciones estándar). Por último, el análisis estadístico (t de Student) corroboró diferencias importantes entre ambas clases de concreto, evidenciando que el concreto premezclado proporciona un rendimiento global superior en cuanto a confiabilidad, uniformidad y resistencia, a pesar de tener un costo inicial más elevado (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

4.7. Consideraciones éticas

El objetivo del Comité de Análisis de la Universidad Tecnológica es salvaguardar el bienestar, la dignidad, la salud, la intimidad, los derechos y la vida de las personas y seres vivos que participen en el estudio, en estricta concordancia con los principios éticos y las normas nacionales e internacionales, así como velar por el cumplimiento de la regulación aplicable

incluida la propiedad intelectual y la adecuada gestión de los resultados. En este marco, la tesis se conducirá con honestidad, rigor y veracidad, garantizando la observancia de las normativas y el uso de herramientas idóneas para realizar ensayos científicos; la información empleada será auténtica y transparente, y los resultados reflejarán la integridad del proceso investigativo.

V. Resultados y discusión

4.8. Características del objeto de estudio

Los dos tipos de concreto se distinguen en lo que respecta a su proceso de producción, control de calidad, costos y rendimiento mecánico. El concreto tradicional se produce en la obra, normalmente con métodos y herramientas manuales, lo cual puede causar diferencias en la calidad final del producto y en la dosificación. Por otro lado, el concreto premezclado se genera en plantas dosificadoras automatizadas, lo que permite asegurar una mezcla más uniforme y exacta.

Tabla 2

Coordenadas y ubicación de las viviendas de estudio

Familia	Descripción	Localidad	Coordenadas		altitud
			Norte/Sur	Este/Oeste	
Pérez Solís	Vivienda 01 CP	Abancay	8491849	729030	2415
Warthon Quintanilla	Vivienda 02 CP	Abancay	8490218	727805	2204
Huaraca Nuñez	Vivienda 03 CP	Abancay	8491416	726425	2370
Medina Camacho	Vivienda 01 CC	Abancay	8491669	730480	2414
Choque Cruz	Vivienda 02 CC	Abancay	8491469	729354	2391
Gonzales Huamán	Vivienda 03 CC	Abancay	8491749	729606	2420
Planta de concreto “Concremix”	Planta	Abancay	8490753	726628	2245

Nota: La tabla detalla la ubicación de los lugares de estudio, ejecutando la investigación en cada uno de las siguientes ubicaciones y coordenadas mostradas, realizados las tomas de muestras en la ciudad de Abancay.

Figura 1

Ubicación de los lugares de estudio



Nota: La figura muestra el mapa de ubicación de los lugares de estudio. Google Earth Pro.

4.9. Resultados

Los resultados del análisis de trabajabilidad, temperatura y resistencia a compresión se obtuvieron a partir de 54 probetas cilíndricas ensayadas a 7, 14 y 28 días, abarcando distintas modalidades de concreto; la muestra incluyó tres viviendas con losa aligerada vaciada con concreto premezclado y tres viviendas con concreto convencional.

4.9.1. Respuesta al objetivo específico 1

“Realizar el análisis comparativo del diseño de mezcla en el concreto convencional y premezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024”

A). Resultados del diseño de mezcla del concreto premezclado

Se realizó la toma de datos de dosificación de las viviendas N°1, N°2 y N°3, donde:

Tabla 3

Características del diseño de mezclas

Características	Diseño por m³
Resistencia	210 kg/cm ²
Edad	28 días
Cemento	TIPO I
Agregado grueso	Huso 67
Relación a/c	0.650
% Agregado fino	54.8%
% Agregado grueso	45.2%
Slump	4"- 6"
Peso Unitario (kg/m ³)	2361
Tiempo de vida útil del concreto	2.5 horas

Nota. La tabla muestra las características del diseño de mezclas a realizarse en cada una de las viviendas mencionadas de la tabla anterior para concreto premezclado diseño de la planta dosificadora Concremix.

Tabla 4*Insumos a utilizar en el diseño de mezcla*

Insumo	Origen
Agregado Fino	Cantera el Pedregal
Agregado Grueso	Cantera el Pedregal
Cemento	SOL Tipo I (ASTM C-150)
Agua	Red Publica
Aditivo Plastificante	Ecoplast WG-8000

Nota. La tabla detalla los insumos a utilizar en el diseño de mezclas durante la elaboración del concreto en la planta dosificadora para las viviendas que utilizaron el concreto premezclado de la planta.

Tabla 5*Determinación de sustancias nocivas al agregado*

LIMITES DE SUSTANCIAS NOCIVAS EN EL AGREGADO FINO				
CARACTERISTICAS	AGREGADO PEDREGAL	REQUISITO		UNIDAD
		MIN.	MAX.	
% que pasa la Malla N°200	4.89	---	5	%
Cantidad de partículas livianas	0.15	---	0.5	%
Cloruros solubles	0.06	---	0.1	%
Sulfatos solubles	0.02	---	0.06	%
Terrones de arcilla y partículas Deleznables	1.8	---	3	%

Nota. La tabla detalla la determinación de sustancias nocivas al agregado fino para tener en cuenta cuanto es el porcentaje que pasa la malla N°200 y para los controles de calidad del agregado.

Tabla 6

Límites de sustancias nocivas en el agregado grueso

LÍMITES DE SUSTANCIAS NOCIVAS EN EL AGREGADO GRUESO				
CARACTERÍSTICAS	AGREGADO PEDREGAL	REQUISITO		UNIDAD
		MIN.	MAX.	
% que pasa la Malla N°200	0.45	---	1	%
Cantidad de partículas livianas	0	---	0.5	%
Terrones de arcilla y partículas Deleznables	0.05	---	5	%

Nota. La tabla detalla los límites de sustancias nocivas en el agregado grueso para poder tener en cuenta los límites en porcentajes que debe de pasar, para poder tener un mejor control de calidad para el concreto.

Tabla 7

Valores finales de la cantidad y proporción por m³ para concreto premezclado.

Materiales	1m ³	Unidad
Cemento	276.92	Kg
Agua	182.02	L
Arena	1040.08	Kg
Piedra	858.53	Kg
Aditivo WG 8000	3.50	Kg
Peso total	2361.08	Kg/m ³

Nota. La tabla detalla los valores finales de la cantidad y proporción por m³ de un concreto premezclado. Asimismo, se registró la dosificación de agregados del concreto premezclado para su respectiva mezcla, evidenciándose una distribución uniforme de los materiales; cabe señalar que estos datos fueron levantados en campo por el especialista responsable.

B). Resultados del diseño de mezcla del concreto convencional

Se realizó la toma de datos de dosificación de las viviendas N°1, N°2 y N°3, donde:

Tabla 8

Diseño de mezcla de concreto convencional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO CONVENCIONAL				
Muestra	Cemento bls.	Arena (Balde)	Piedra (Balde)	Agua 20Lts
Vivienda 01	1.00	4.00	4.00	1.50
Vivienda 02	1.00	5.00	4.00	2.00
Vivienda 03	1.00	4.00	3.00	2.00
Promedio	1.00	4.33	3.67	1.83

Nota. La tabla detalla el diseño de mezcla de concreto convencional realizado en cada uno de las viviendas mostradas, en el cual se verifico cada uno de los diseños efectuadas en cada una de las casas a realizar el concreto.

Tabla 9

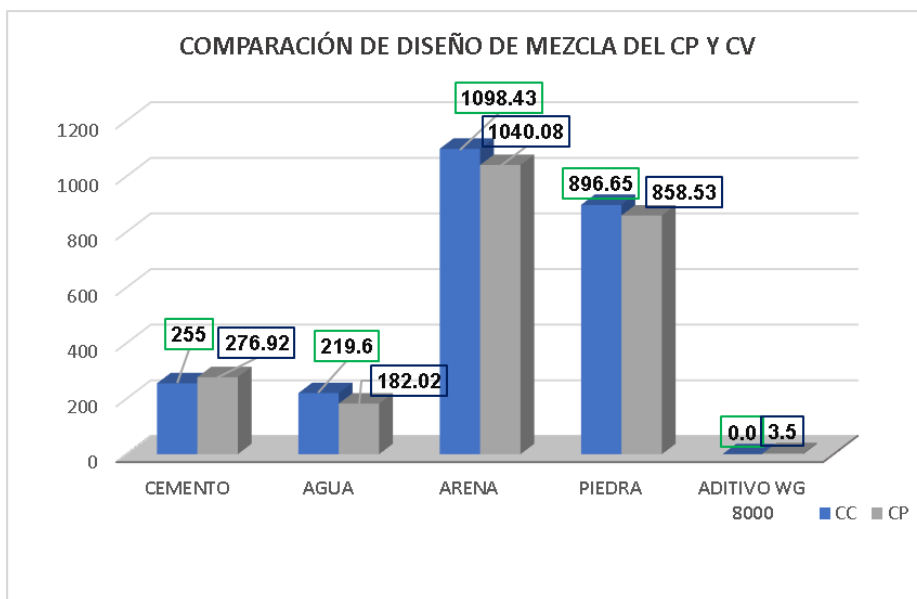
Valores finales de la cantidad y proporción por m3 para concreto convencional.

MATERIALES	1m3	UNIDAD
CEMENTO	255.00	KG
AGUA	219.60	L
ARENA	1098.43	KG
PIEDRA	896.65	KG

Nota. La tabla detalla los valores finales de la cantidad y proporción por m3 de un concreto premezclado, se observa los valores totales que se realizó de cada insumo a realizar por vivienda se obtuvo un valor promedio.

Figura 2

Análisis comparativo del diseño de mezcla del concreto premezclado y concreto convencional



Nota. La figura indica el análisis comparativo del diseño de mezcla.

Interpretación: En el diseño de mezcla, la dosificación del concreto convencional (CC) muestra, en promedio, mayor variabilidad frente a la del concreto premezclado (CP), debido a que en el CP el control de volumen y peso es más preciso, mientras que en el CC es limitado; esta menor precisión en el CC también se traduce en un mayor consumo de materiales.

4.9.2. Respuesta al objetivo específico 2

“Realizar el análisis comparativo del Costo en el concreto convencional y premezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024”

A). Resultados del costo del concreto premezclado

Figura 3

Análisis de precios unitarios del concreto premezclado para 1 m³.

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0104002 Análisis comparativo del concreto convencional y premezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para elementos estructurales en el diseño, costo , producción y calidad del concreto, Abancay 2024						Fecha presupuesto	20/05/2025
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS							
Partida	01.01.01.01 CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CONCRETO PREMEZCLADO							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m3			455.96	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.4000	15.00	6.00		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	13.75	2.75		
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.0000	12.50	12.50		
						21.25		
Materiales								
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0300	15.50	0.47		
02190100010025	CONCRETO PREMEZCLADO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ INCLUYE EL SERVICIO DE BOMBA	m3		1.0300	420.00	432.60		
						433.07		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.25	0.64		
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.2000	5.00	1.00		
						1.64		

Nota. La figura indica análisis de precios unitarios del concreto premezclado. Costos y presupuestos S10.

Interpretación: El análisis de precios unitarios del concreto premezclado se efectuó para 1 m³, considerando un rendimiento de mano de obra de 40 m³/día (según CAPECO); con estos supuestos, el costo unitario del premezclado se estimó en S/ 455.96 por m³.

B). Resultados del costo del concreto convencional

Figura 4

Análisis de precios unitarios del concreto convencional para 1 m³.

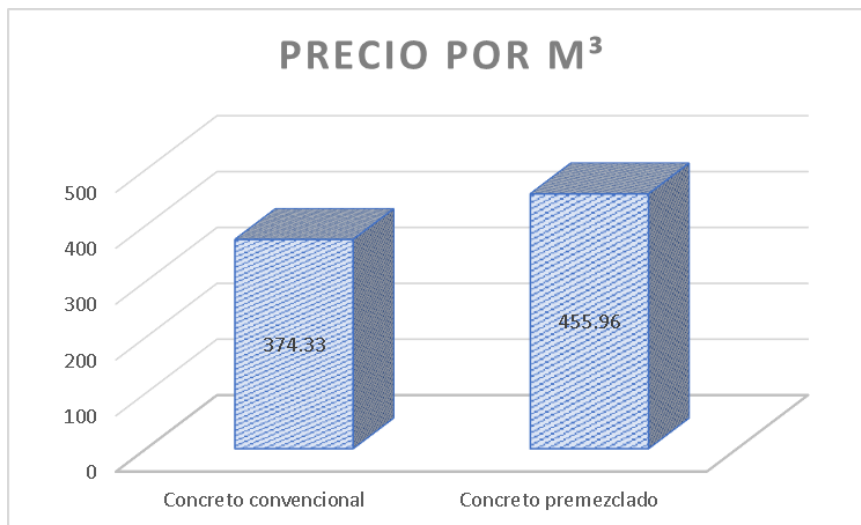
Partida	01.01.01.02	CONCRETO EN LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm ² CONCRETO CONVENCIONAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3			374.33
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.00	10.00	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	13.75	9.17	
0101010005	PEON	hh	10.0000	6.6667	12.50	83.33	
102.50							
Materiales							
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0300	15.50	0.47	
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.4000	80.00	32.00	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5800	80.00	46.40	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		6.0000	27.00	162.00	
0290130023	AGUA	m3		0.1840	3.00	0.55	
241.42							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	102.50	3.08	
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.6667	20.00	13.33	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	5.00	3.33	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.6667	16.00	10.67	
30.41							

Nota. La figura indica análisis de precios unitarios del concreto convencional. Costos y presupuestos S10.

Interpretación. El análisis de precios unitarios del concreto convencional se realizó para un metro cubico, donde se utilizó el rendimiento de mano de obra un valor de 12 m³/día según Capeco, por otro lado, se determinó un costo de S/. 374.33 el concreto convencional por 1 m³.

Figura 5

Análisis comparativo del costo del concreto premezclado y concreto convencional



Nota. La figura indica análisis comparativo del costo del concreto premezclado y concreto convencional.

Interpretación. El costo por metro cubico del concreto convencional es de S/.374.33 y el costo del concreto premezclado es de S/.455.96. La diferencia del costo influye en un 17.90 %, la cual compensa con el tiempo de vaciado, el diseño, la calidad y la producción.

4.9.3. Respuesta al objetivo específico 3

“Realizar el análisis comparativo en la producción del concreto convencional y premezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024”

A). Resultados de la producción del concreto premezclado

La planta posibilita ajustar la calidad o las características previstas del producto final modificando la relación agua/cemento en etapas específicas de la producción, o incorporando ajustes parciales adicionales. Asimismo, la producción de concreto premezclado estará condicionada por la envergadura de la obra y la distancia hasta su ubicación.

Tabla 10

Tiempo de producción del concreto premezclado en planta para la vivienda 01

Descripción	Proceso del concreto premezclado (tiempo)
Llenado de la piedra ¾" a la balanza	12 min
Llenado de la arena gruesa a la balanza	12 min
Cemento	5 min
Aditivo superplastificante	5 min
Agua	5 min
Tiempo total	39 min

Nota. La tabla indica el tiempo de producción del concreto premezclado de la vivienda 01, durante esta acción obtuvimos los resultados mostrados relacionados al tiempo que duro la producción del concreto.

Tabla 11

Tiempo para el traslado del concreto premezclado a la vivienda

ORIGEN	DESTINO	TIEMPO DE LLEGADA
PLANTA DE CONCRETO PANAMERICANA	VIVIENDA 01 (SEOANE)	23 MIN

Nota. La tabla indica el tiempo de traslado del concreto premezclado de la vivienda 01, se calculó el tiempo de recorrido desde la planta dosificadora hasta el punto clave para llegar a la vivienda.

Tabla 12

Tiempo de autorización antes del vaciado del concreto premezclado

DESCRIPCIÓN	VERIFICA	TIEMPO DE DEMORA
Autorización del ingeniero de planta	Verifica la boleta de venta del cliente	10 min

Nota. La tabla indica el tiempo de autorización, ello implica que el encargado de planta realiza la documentación y verifica la boleta del cliente para así poder seguir su marcha el mixer de la empresa.

Tabla 13

Tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 01 de 120 m²

DESCRIPCIÓN	TIEMPO
Tiempo de vaciado	46 min

Nota. La tabla indica el tiempo de vaciado del concreto premezclado, en ello calculamos exactamente cuánto tiempo demora el vaciado en la vivienda según el área a vaciar se traslada el concreto en el mixer.

Tabla 14

Resumen del tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 01

DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MIN)
TIEMPO DE PRODUCCIÓN	39 min
TIEMPO PARA EL TRASLADO	23 min
TIEMPO DE AUTORIZACION	10 min
TIEMPO DE VACIADO DEL CONCRETO	46 min
TIEMPO TOTAL	118 min = 1h 58 min

Nota. La tabla indica el tiempo total del vaciado del concreto premezclado de la vivienda 01 donde el cual se tiene seguir procedimientos con tiempos óptimos para poder obtener una mejor calidad de trabajo.

Tabla 15

Tiempo de producción del concreto premezclado en planta para la vivienda 02

Descripción	Proceso del concreto premezclado (tiempo)
Llenado de la piedra $\frac{3}{4}$ " a la balanza	10 min
Llenado de la arena gruesa a la balanza	10 min
Cemento	5 min
Aditivo superplastificante	5 min
Agua	5 min
Tiempo total	35 min

Nota. La tabla indica el tiempo de producción del concreto premezclado de la vivienda 02 en el cual se observó los procedimientos y se controlaron y respetaron los tiempos en el siguiente cuadro mostrado.

Tabla 16

Tiempo para el traslado del concreto premezclado a la vivienda 02

ORIGEN	DESTINO	TIEMPO DE LLEGADA
PLANTA DE CONCRETO PANAMERICANA	VIVIENDA 02 (Av. Ayacucho)	21 MIN

Nota. La tabla indica el tiempo de traslado del concreto premezclado de la vivienda 02 donde se tuvo un control exacto de cuánto tiempo realiza el mixer en el trayecto para llegar a la vivienda a vaciarse.

Tabla 17

Tiempo de autorización antes del vaciado del concreto premezclado

DESCRIPCIÓN	VERIFICA	TIEMPO DE DEMORA
Autorización del ingeniero de planta	Verifica la boleta de venta del cliente	10 min

Nota. La tabla indica el tiempo de autorización, donde el cual se realiza la parte documentaria y la verificación de la boleta del cliente para seguir con el procedimiento del vaciado de la vivienda mencionada.

Tabla 18

Tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 02 de 100 m²

DESCRIPCIÓN	TIEMPO
Tiempo de vaciado	42 min

Nota. La tabla indica el tiempo de vaciado del concreto premezclado donde el cual se tuvo un control exacto desde el inicio del vaciado hasta que culmine, verificando y observando los procedimientos de la empresa.

Tabla 19

Resumen del tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 02

DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MIN)
TIEMPO DE PRODUCCIÓN	35 min
TIEMPO PARA EL TRASLADO	21 min
TIEMPO DE AUTORIZACION	10 min
TIEMPO DE VACIADO DEL CONCRETO	42 min
TIEMPO TOTAL	108 min = 1h 48 min

Nota. La tabla indica el tiempo total del vaciado del concreto premezclado de la vivienda 02, se obtuvo los siguientes tiempos mostrados siguiendo cada procedimiento y respetando los tiempos establecidos por la empresa concremix.

Tabla 20

Tiempo de producción del concreto premezclado en planta para la vivienda 03

Descripción	Proceso del concreto premezclado (tiempo)
Llenado de la piedra $\frac{3}{4}$ " a la balanza	15 min
Llenado de la arena gruesa a la balanza	15 min
Cemento	5 min
Aditivo superplastificante	5 min
Agua	5 min
Tiempo total	48 min

Nota. La tabla indica el tiempo de producción del concreto premezclado de la vivienda 03 donde se observa los procedimientos a seguir por la empresa y realizando un control de los tiempos en este proceso.

Tabla 21

Tiempo para el traslado del concreto premezclado a la vivienda 03

ORIGEN	DESTINO	TIEMPO DE LLEGADA
PLANTA DE CONCRETO PANAMERICANA	VIVIENDA 03 (MOLINO PATA)	15 MIN

Nota. La tabla indica el tiempo de traslado del concreto premezclado de la vivienda 03 donde el cual se obtuvo un tiempo menor de las 02 anteriores viviendas ello se debe por el tramo que es más corto.

Tabla 22

Tiempo de autorización antes del vaciado del concreto premezclado

DESCRIPCIÓN	VERIFICA	TIEMPO DE DEMORA
Autorización del ingeniero de planta	Verifica la boleta de venta del cliente	10 min

Nota. La tabla indica el tiempo de autorización donde el cual se espera la autorización y verificación de la boleta del cliente y así proseguir con los procedimientos determinados por la empresa concremix.

Tabla 23

Tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 03 de 150 m²

DESCRIPCIÓN	TIEMPO
Tiempo de vaciado	48 min

Nota. La tabla indica el tiempo de vaciado del concreto premezclado en el cual se tuvo un control preciso desde el inicio de la ejecución del vaciado hasta finalizar con ello y en el cual se obtuvo el tiempo mostrado.

Tabla 24

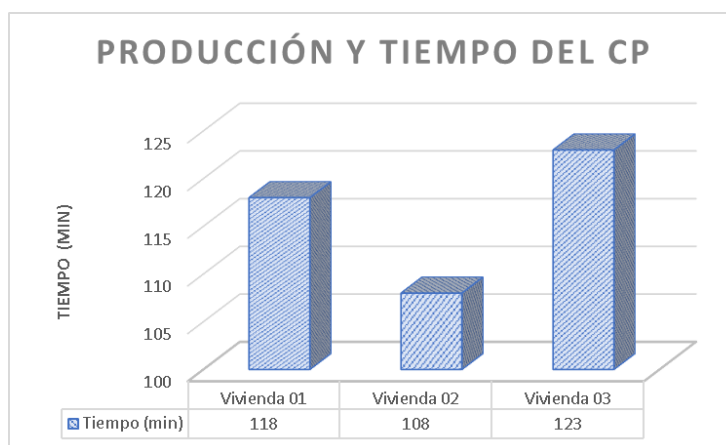
Resumen del tiempo de vaciado del concreto premezclado de la vivienda 03

DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MIN)
TIEMPO DE PRODUCCIÓN	48 min
TIEMPO PARA EL TRASLADO	15 min
TIEMPO DE AUTORIZACION	10 min
TIEMPO DE VACIADO DEL CONCRETO	50 min
TIEMPO TOTAL	123 min = 2h 3 min

Nota. La tabla indica el tiempo total del vaciado del concreto premezclado de la vivienda 03 donde el cual se tuvo un control exacto de cada uno de los procedimientos mostrados en la tabla y asegurar la calidad del vaciado.

Figura 6

Análisis comparativo de la producción y tiempo del vaciado del concreto premezclado



Nota. La figura indica el tiempo de producción y el tiempo de vaciado del concreto premezclado para las tres viviendas de estudio donde, se realizó el vaciado de la losa aligerada en menos tiempo es la vivienda 02 en 108 min. También influye mucho el área del terreno y la ubicación del inmueble donde se realizar el vaciado del concreto premezclado.

B). Resultados de la producción del concreto convencional

Tabla 25

Tiempo de producción del concreto convencional en obra vivienda 01

DESCRIPCIÓN	PROCESO DEL CONCRETO CONVENCIONAL PREVIO (TIEMPO)
Agregados se compró un día antes del vaciado	-----
Instalación de wincha	50 min

Instalación de la mezcladora	15 min
Almacenamiento de agua	20 min
TIEMPO TOTAL	1H 25 min

Nota: La tabla indica el tiempo de producción del concreto convencional en donde se tuvo que controlar los tiempos de preparar sus equipos, maquinas e insumos del proyecto para así asegurar el vaciado a realizarse.

Tabla 26

Tiempo de llenado de la mezcladora de 11p³

DESCRIPCIÓN	PROCESO DEL CONCRETO CONVENCIONAL (TIEMPO)
AGREGADO GRUESO (PIEDRA ¾")	1 min
AGREGADO FINO (ARENA G.)	1 min
CEMENTO	0.5 min
AGUA	
TIEMPO TOTAL	2.5 min

Nota. La tabla indica el tiempo de llenado de la mezcladora en el cual se observó a la cuadrilla encargado de dicho trabajo calculando y respetando el orden de los materiales a mezclarse para el proyecto de vivienda.

Tabla 27

Tiempo de vaciado del concreto convencional de la vivienda 01

Cantidad de concreto	Cantidad de mezcladoras
	80 veces
16.5 m³	80 veces x 2.5 min = 200 min
	200 min = 3H 20 min

Nota. La tabla indica el tiempo de vaciado del concreto convencional de la vivienda 01 en el cual se tuvo una cuadrilla encargada de ello verificando los tiempos de ejecución con la wincha y buggies hasta la finalización de ello.

Tabla 28

Resumen de resultados del vaciado y producción del concreto convencional de la vivienda 01

DESCRIPCIÓN	TIEMPO min
TIEMPO DE PRODUCCION	1H 25 min
TIEMPO DE LLENADO	3H 20 min
TIEMPO TOTAL	4H 45 min

Nota. La tabla indica el tiempo total vaciado del concreto convencional de la vivienda 01 donde se observa los tiempos aplicados y los procedimientos para cada cuadrilla asignado en el proyecto de vivienda.

Tabla 29

Tiempo de producción del concreto convencional en obra, vivienda 02

DESCRIPCIÓN	PROCESO DEL CONCRETO CONVENCIONAL PREVIO (TIEMPO)
Agregados se compró un día antes del vaciado	-----
Instalación de wincha	50 min
Instalación de la mezcladora	15 min
Almacenamiento de agua	20 min
TIEMPO TOTAL	1H 25 min

Nota. La tabla indica el tiempo de producción del concreto convencional donde se realizó la elaboración del concreto con cada cuadrilla asignada para obtener y garantizar el vaciado del proyecto de vivienda.

Tabla 30

Tiempo de llenado de la mezcladora de 11p³

DESCRIPCIÓN	PROCESO DEL CONCRETO CONVENCIONAL (TIEMPO)
AGREGADO GRUESO (PIEDRA ¾")	1 min
AGREGADO FINO (ARENA G.)	1 min
CEMENTO AGUA	0.5 min
TIEMPO TOTAL	2.5 min

Nota. La tabla indica el tiempo de llenado de la mezcladora en donde se realizó el control exacto y preciso de cada acción de cada personal al momento de la elaboración del concreto relacionado con el tiempo.

Tabla 31

Tiempo de vaciado del concreto convencional de la vivienda 02

Cantidad de concreto	Cantidad de mezcladoras
	85 veces
17.5 m ³	85 veces x 2.5 min = 212.5 min
	212.5min = 3H 33 min

Nota. La tabla indica el tiempo de vaciado del concreto convencional de la vivienda 02 en el cual se realizó un arduo control de tiempo de las cuadrillas y del personal asignado a este proyecto de vivienda.

Tabla 32

Resumen de resultados del vaciado y producción del concreto convencional de la vivienda 02

DESCRIPCIÓN	TIEMPO min
TIEMPO DE PRODUCCION	1H 25 min

TIEMPO DE LLENADO	3H 33 min
TIEMPO TOTAL	4H 58 min

Nota. La tabla indica el tiempo total vaciado del concreto convencional de la vivienda 02 en donde se obtuvo el tiempo total de las cuadrillas durante la ejecución del vaciado del proyecto de vivienda.

Tabla 33

Tiempo de producción del concreto convencional en obra, vivienda 03

DESCRIPCIÓN	PROCESO DEL CONCRETO CONVENCIONAL PREVIO (TIEMPO)
Agregados se compró un día antes del vaciado	-----
Instalación de wincha	50 min
Instalación de la mezcladora	15 min
Almacenamiento de agua	20 min
TIEMPO TOTAL	1H 25 min

Nota. La tabla indica el tiempo de producción del concreto convencional que se realizó para el proyecto de vivienda previo vaciado dejando listo las máquinas, herramientas e insumos a utilizarse durante la ejecución del proyecto.

Tabla 34

Tiempo de llenado de la mezcladora de 11p³

DESCRIPCIÓN	PROCESO DEL CONCRETO CONVENCIONAL (TIEMPO)
AGREGADO GRUESO (PIEDRA ¾")	1 min
AGREGADO FINO (ARENA G.)	1 min
CEMENTO	0.5 min
AGUA	
TIEMPO TOTAL	2.5 min

Nota. La tabla indica el tiempo de llenado de la mezcladora en donde su tubo una cuadrilla para esta tarea, realizando la elaboración del concreto en forma ordenada y trabajando en equipo con responsabilidad y seguridad.

Tabla 35

Tiempo de vaciado del concreto convencional de la vivienda 03

Cantidad de concreto	Cantidad de mezcladoras
	70 veces
14.3 m ³	70 veces x 2.5 min = 175 min
	175 min = 2H 55 min

Nota. La tabla indica el tiempo de vaciado del concreto convencional de la vivienda 03 en donde se pudo se realizar un control exacto de los tiempos que se realizó en el vaciado de este proyecto familiar.

Tabla 36

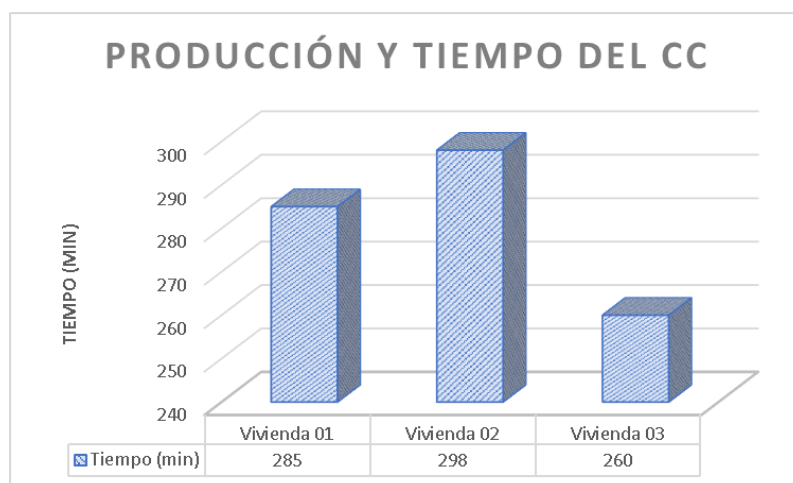
Resumen de resultados del vaciado y producción del concreto convencional de la vivienda 03

DESCRIPCIÓN	TIEMPO min
TIEMPO DE PRODUCCION	1H 25 min
TIEMPO DE LLENADO	2H 55 min
TIEMPO TOTAL	4H 20 min

Nota. La tabla indica el tiempo total vaciado del concreto convencional de la vivienda 03 en el cual se tuvo un control total por las cuadrillas asignadas a las tareas ejecutadas durante el vaciado del concreto.

Figura 7

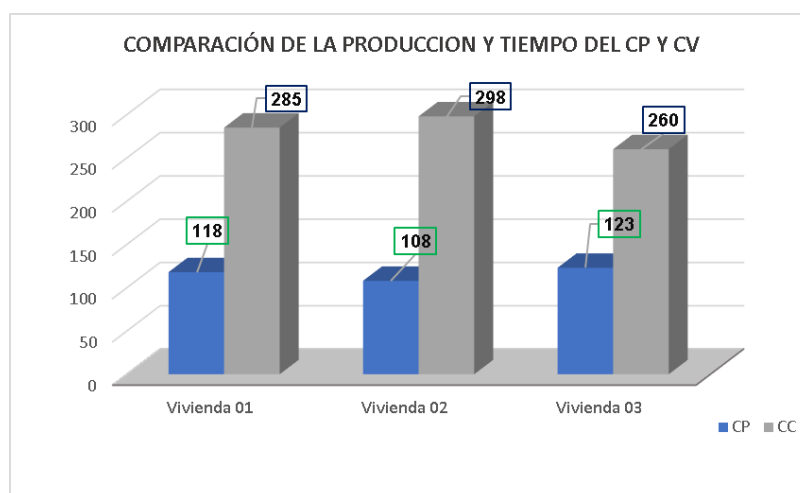
Análisis comparativo de la producción y tiempo del vaciado del concreto convencional



Nota. La figura indica el tiempo de producción y el tiempo de vaciado del concreto convencional para las tres viviendas de estudio donde, se realizó el vaciado de la losa aligerada en menos tiempo es la vivienda 03 en 260 min. También influye mucho el área del terreno.

Figura 8

Análisis comparativo de la producción y tiempo del vaciado del concreto convencional y premezclado



Nota. La figura indica el tiempo de producción y el tiempo de vaciado del concreto convencional y premezclado, para las seis viviendas de estudio donde, se realizó el vaciado de la losa aligerada

en menos tiempo, fue las viviendas con concreto premezclado. Y también influye mucho el área del terreno.

4.9.4. Respuesta al objetivo específico 4

Realizar un análisis comparativo de la calidad del concreto convencional y el premezclado con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para elementos estructurales en la ciudad de Abancay, 2024

A). Resultados de la resistencia a la compresión del concreto premezclado

Se realizaron experimentos de compresión de 9 muestras de concreto premezclado para cada vivienda, en este caso son 3 viviendas de estudio, donde se desarrolló 27 roturas de briquetas en las edades de 7, 14 y 28 días. En el laboratorio de suelos y concreto **GEOMAT SERV E.I.R.L.**

Tabla 37

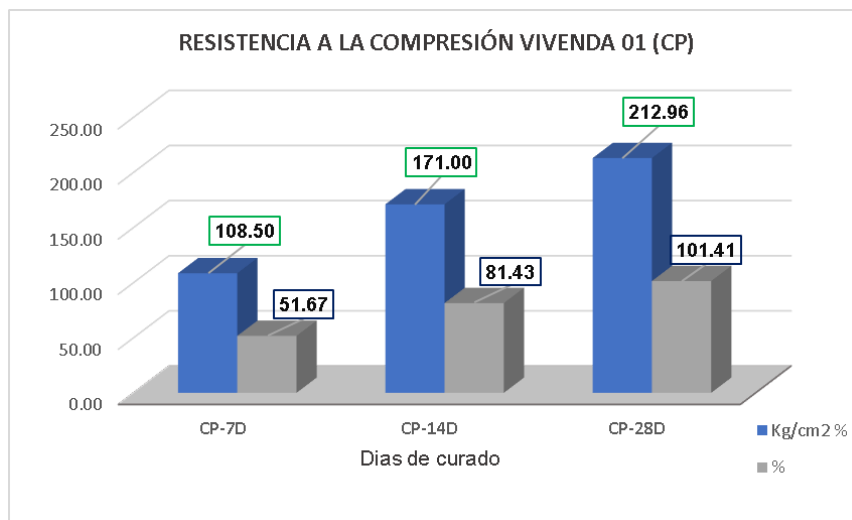
Resultados del ensayo a la compresión del concreto premezclado (vivienda 01).

N° de testigo	Resist. de especif. $f'c =$ (kg/cm ²)	Estructura	Fecha de ensayo		Edad (días)	Slump (Pulg)	Área de testigo (cm ²)	Carga sometida		Resistencia alcanzada		
			Moldeo	Rotura				Lec.Dial	Lec.Corrng	Resist	Resist promedio	Resist promedio
			(día)	(día)				(Kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)
1	210	vivienda 01	25/03/2025	01/04/2025	7	4.15	179.1	185.62	18927.97	105.68	108.50	51.67
2	210		25/03/2025	01/04/2025	7	4.15	179.0	196.74	20061.90	112.08		
3	210		25/03/2025	01/04/2025	7	4.15	179.1	189.23	19296.09	107.74		
1	210	vivienda 01	25/03/2025	08/04/2025	14	4.15	180.1	291.78	29753.28	165.20	171.00	81.43
2	210		25/03/2025	08/04/2025	14	4.15	180.0	301.52	30746.48	170.81		
3	210		25/03/2025	08/04/2025	14	4.15	179.1	310.84	31696.86	176.98		
1	210	vivienda 01	25/03/2025	22/04/2025	28	4.15	179.1	361.83	36896.39	206.01	212.96	101.41
2	210		25/03/2025	22/04/2025	28	4.15	179.0	368.45	37571.44	209.90		
3	210		25/03/2025	22/04/2025	28	4.15	179.1	391.64	39936.17	222.98		

Nota. La tabla indica los resultados obtenidos en el laboratorio del ensayo a la compresión en las edades de 7, 14 y 28 días, del concreto premezclado (vivienda 01) en donde se evaluó y analizo cada uno de los resultados obtenidos.

Figura 9

Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto premezclado (vivienda 01)



Nota. La figura indica la resistencia a la compresión durante los 7, 14 y 28 días. Superan la resistencia de diseño de 210 kg/cm².

Tabla 38

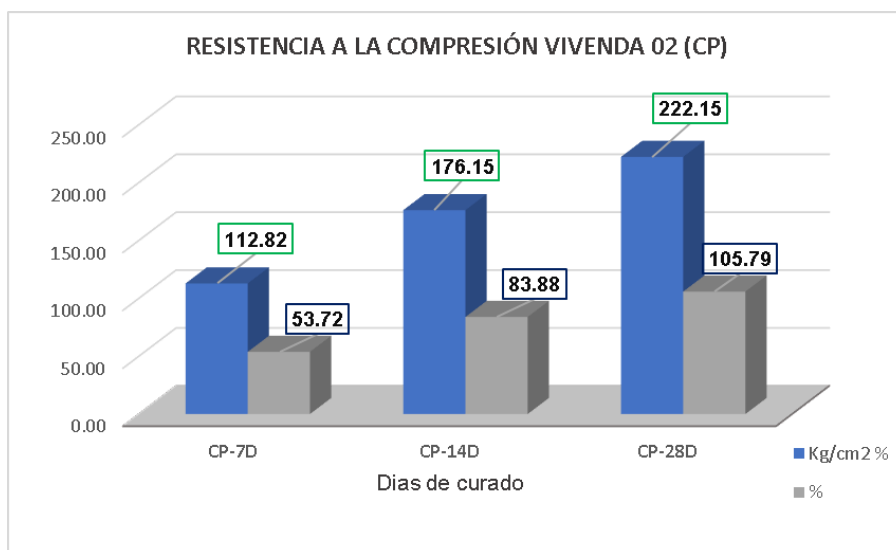
Resultados del ensayo a la compresión del concreto premezclado (vivienda 02)

N° de testigo	Resist. de especific. f'c= (kg/cm ²)	Estructura	Fecha de ensayo		Edad	Slump	Área de testigo	Carga sometida		Resistencia alcanzada		
			Moldeo	Rotura				Lec.Dial	Lec.Corr	Resist	Resist promedio	Resist promedio
			(día)	(día)				(Kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)
1	210	vivienda 02	28/03/2025	04/04/2025	7	5.20	179.1	196.45	20032.32	111.85		
2	210		28/03/2025	04/04/2025	7	5.20	179.0	208.46	21257.00	118.75	112.82	53.72
3	210		28/03/2025	04/04/2025	7	5.20	179.1	189.42	19315.46	107.85		
1	210	vivienda 02	28/03/2025	11/04/2025	14	5.20	180.1	315.46	32167.97	178.61		
2	210		28/03/2025	11/04/2025	14	5.20	180.0	301.85	30780.13	171.00	176.15	83.88
3	210		28/03/2025	11/04/2025	14	5.20	179.1	314.08	32027.25	178.82		
1	210	vivienda 02	28/03/2025	25/04/2025	28	5.20	179.1	405.98	41398.44	231.15		
2	210		28/03/2025	25/04/2025	28	5.20	179.0	369.51	37679.53	210.50	222.15	105.79
3	210		28/03/2025	25/04/2025	28	5.20	179.1	394.85	40263.49	224.81		

Nota. La tabla presenta los resultados del ensayo de compresión del concreto premezclado (vivienda 02) a 7, 14 y 28 días, obtenidos en laboratorio en donde se analizó y evaluó cada uno de los ensayos obtenidos.

Figura 10

Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto premezclado (vivienda 02)



Nota. La figura muestra la evolución de la resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días, con valores que exceden la resistencia de diseño de 210 kg/cm².

Tabla 39

Resultados del ensayo a la compresión del concreto premezclado (vivienda 03)

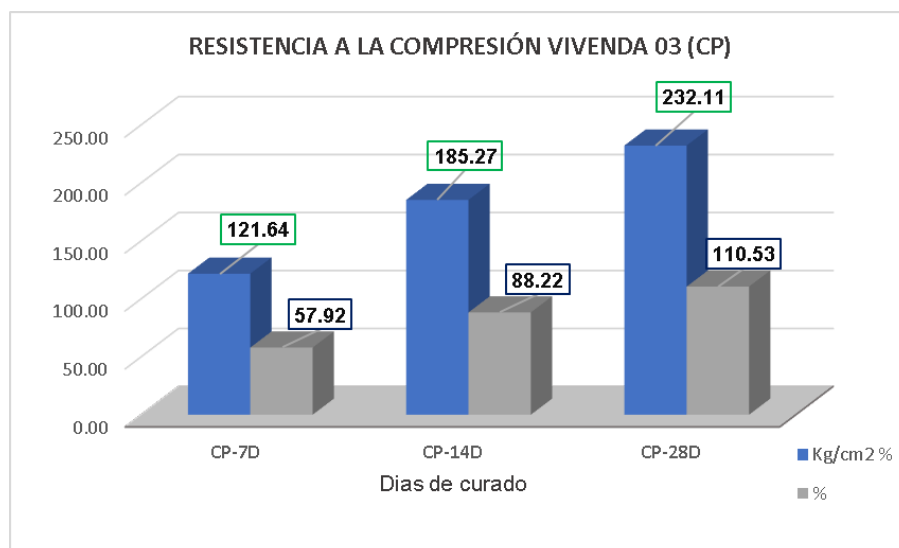
N° de testigo	Resist. de especific. f'c= (kg/cm ²)	Estructura	Fecha de ensayo		Edad (días)	Slump (Pulg)	Área de testigo (cm ²)	Carga sometida		Resistencia alcanzada		
			Moldeo (día)	Rotura (día)				Lec.Dial (Kn)	Lec.Corrng (kg)	Resist (kg/cm ²)	Resist promedio (kg/cm ²)	Resist promedio (%)
1	210	vivienda 03	31/03/2025	07/04/2025	7	4.80	179.1	208.65	21276.38	118.80		
2	210		31/03/2025	07/04/2025	7	4.80	179.0	221.75	22612.21	126.33	121.64	57.92
3	210		31/03/2025	07/04/2025	7	4.80	179.1	210.41	21455.85	119.80		
1	210	vivienda 03	31/03/2025	14/04/2025	14	4.80	180.1	320.54	32685.98	181.49		
2	210		31/03/2025	14/04/2025	14	4.80	180.0	334.29	34088.09	189.38	185.27	88.22
3	210		31/03/2025	14/04/2025	14	4.80	179.1	324.81	33121.40	184.93		

1	210		31/03/2025	28/04/2025	28	4.80	179.1	401.52	40943.64	228.61		
2	210	vivienda 03	31/03/2025	28/04/2025	28	4.80	179.0	415.34	42352.89	236.61	232.11	110.53
3	210		31/03/2025	28/04/2025	28	4.80	179.1	405.91	41391.30	231.11		

Nota. La tabla indica los resultados obtenidos en el laboratorio del ensayo a la compresión en las edades de 7, 14 y 28 días, del concreto premezclado (vivienda 03) en donde se evaluó y analizo cada uno de los ensayos.

Figura 11

Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto premezclado (vivienda 03)



Nota. La figura presenta la resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días, con valores que superan la resistencia de diseño de 210 kg/cm².

Tabla 40

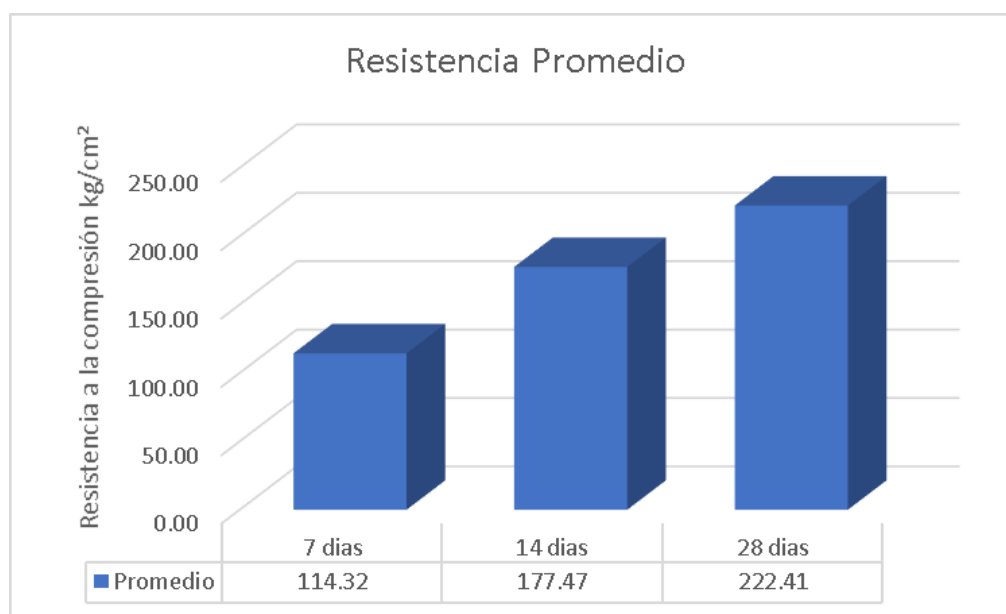
Resultados del ensayo a la compresión del concreto premezclado (promedio CP)

Concreto Premezclado	Vivienda 01	Vivienda 02	Vivienda 03	Promedio			
7 días	108.50	51.67	112.82	53.72	121.64	57.92	114.32
14 días	171.00	81.43	176.15	83.88	185.27	88.22	177.47
28 días	212.96	101.41	222.15	105.79	232.11	110.53	222.41

Nota. La tabla presenta los promedios del ensayo de compresión del concreto premezclado a 7, 14 y 28 días, obtenidos en laboratorio en donde se analizó y comparo los resultados con las muestras de las otras 02 viviendas.

Figura 12

Resultados promedio del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto premezclado



Nota. La figura muestra la resistencia a compresión promedio del concreto premezclado a 7, 14 y 28 días; a los 28 días alcanza 222.41 kg/cm², superando la resistencia de diseño prevista de 210 kg/cm².

B). Resultados de la resistencia a la compresión del concreto convencional

Se realizaron experimentos de compresión de 9 muestras de concreto convencional para cada vivienda, en este caso son 3 viviendas de estudio, donde se desarrolló 27 roturas de briquetas en las edades de 7, 14 y 28 días. En el laboratorio de suelos y concreto **GEOMAT SERV E.I.R.L.**

Tabla 41

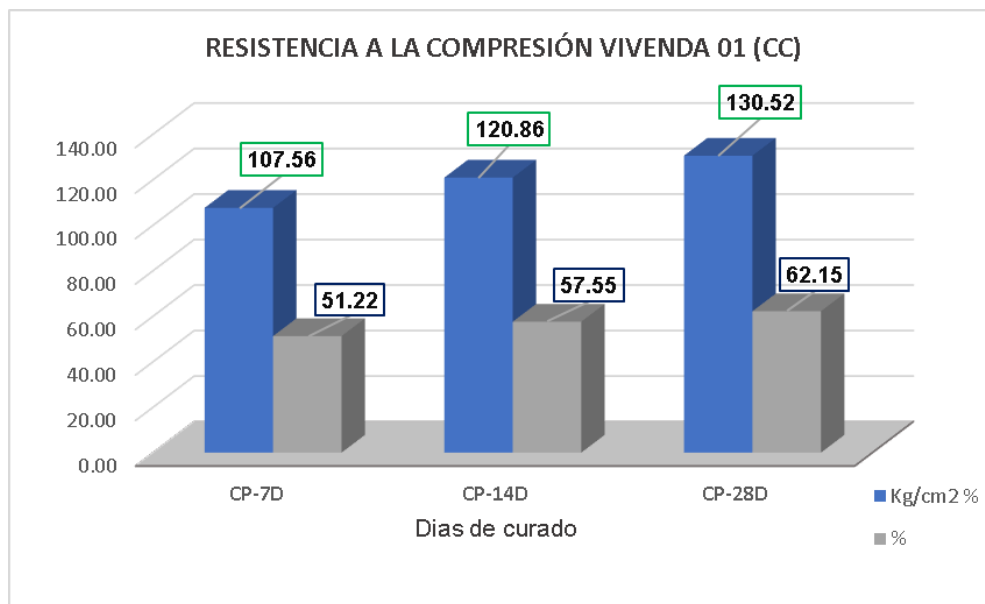
Resultados del ensayo a la compresión del concreto convencional (vivienda 01)

Nº de testigo	Resist. de especific. $f'_c =$ (kg/cm ²)	Estructura	Fecha de ensayo		Edad (días)	Slump (Pulg)	Área de testigo (cm ²)	Carga sometida		Resistencia alcanzada		
			Moldeo	Rotura				Lec.Dial	Lec.Corrq	Resist	Resist promedio	Resist promedio
			(día)	(día)				(Kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)
1	210	vivienda 01	13/03/2025	20/03/2025	7	6.50	179.1	195.37	19922.20	111.24	107.56	51.22
2	210		13/03/2025	20/03/2025	7	6.50	179.0	181.79	18537.42	103.56		
3	210		13/03/2025	20/03/2025	7	6.50	179.1	189.46	19319.54	107.87		
1	210	vivienda 01	13/03/2025	27/03/2025	14	6.50	180.1	209.78	21391.61	118.78	120.86	57.55
2	210		13/03/2025	27/03/2025	14	6.50	180.0	218.46	22276.72	123.76		
3	210		13/03/2025	27/03/2025	14	6.50	179.1	210.86	21501.74	120.05		
1	210	vivienda 01	13/03/2025	10/04/2025	28	6.50	179.1	227.43	23191.41	129.49	130.52	62.15
2	210		13/03/2025	10/04/2025	28	6.50	179.0	221.89	22626.48	126.40		
3	210		13/03/2025	10/04/2025	28	6.50	179.1	238.27	24296.78	135.66		

Nota. La tabla indica los resultados obtenidos en el laboratorio del ensayo a la compresión en las edades de 7, 14 y 28 días, del concreto convencional (vivienda 01) analizados y comparadas, obteniendo un promedio.

Figura 13

Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto convencional (vivienda 01)



Nota. La figura indica la resistencia a la compresión durante los 7, 14 y 28 días. No llega la resistencia de diseño de 210 kg/cm².

Tabla 42

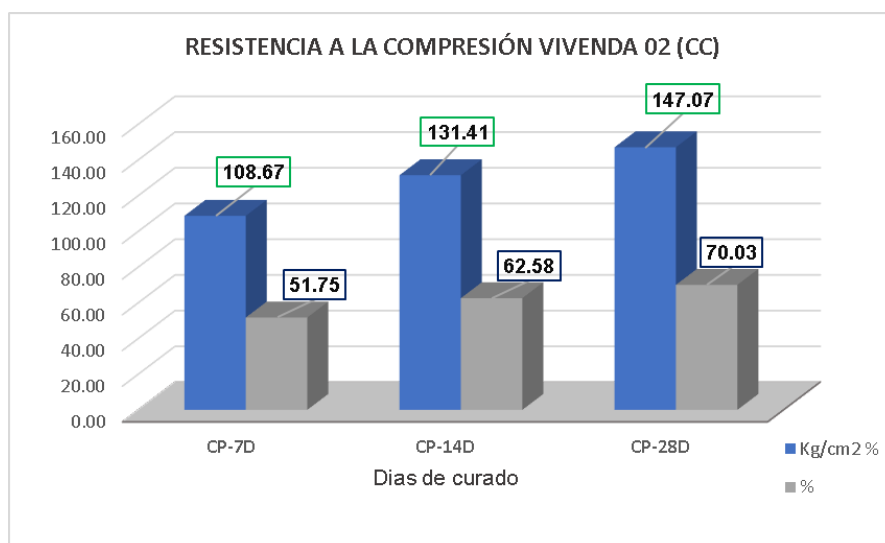
Resultados del ensayo a la compresión del concreto convencional (vivienda 02)

Nº de testigo	Resist. de especific. f'c= (kg/cm ²)	Estructura	Fecha de ensayo		Edad	Slump	Área de testigo	Carga sometida		Resistencia alcanzada		
			Moldeo	Rotura				Lec.Dial	Lec.Corrq	Resist	Resist promedio	Resist promedio
			(día)	(día)				(Kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)
1	210	vivienda 02	15/03/2025	22/03/2025	7	7.20	179.1	198.4	20228.1	112.9		
2	210		15/03/2025	22/03/2025	7	7.20	179.0	182.8	18644.5	104.2	108.67	51.75
3	210		15/03/2025	22/03/2025	7	7.20	179.1	191.3	19504.1	108.9		
1	210	vivienda 02	15/03/2025	29/03/2025	14	7.20	180.1	225.2	22960.9	127.5		
2	210		15/03/2025	29/03/2025	14	7.20	180.0	237.8	24252.9	134.7	131.41	62.58
3	210		15/03/2025	29/03/2025	14	7.20	179.1	231.9	23642.1	132.0		
1	210	vivienda 02	15/03/2025	12/04/2025	28	7.20	179.1	264.4	26959.3	150.5		
2	210		15/03/2025	12/04/2025	28	7.20	179.0	258.6	26372.9	147.3	147.07	70.03
3	210		15/03/2025	12/04/2025	28	7.20	179.1	251.8	25672.4	143.3		

Nota. La tabla presenta los resultados del ensayo de compresión del concreto convencional (vivienda 02) a 7, 14 y 28 días, obtenidos en laboratorio en el cual se hizo un análisis y comparación entre las muestras.

Figura 14

Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto convencional (vivienda 02)



Nota. La figura muestra la resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días, la cual no alcanza la resistencia de diseño de 210 kg/cm².

Tabla 43

Resultados del ensayo a la compresión del concreto convencional (vivienda 03)

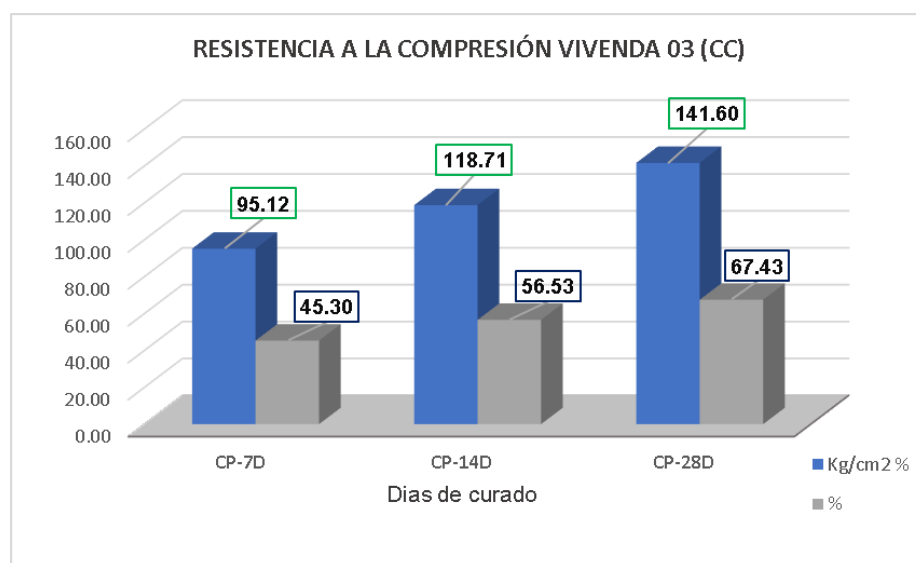
Nº de testigo	Resist. de especific. f'c= (kg/cm ²)	Estructura	Fecha de ensayo				Área de testigo (cm ²)	Carga sometida		Resistencia alcanzada		
			Moldeo	Rotura	Edad	Slump		Lec.Dial	Lec.Corrq	Resist	Resist promedio	Resist promedio
			(día)	(día)	(días)	(Pulg)		(Kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)
1	210	vivienda 03	17/03/2025	24/03/2025	7	6.00	179.1	159.75	16289.97	90.95		
2	210		17/03/2025	24/03/2025	7	6.00	179.0	175.48	17893.98	99.97	95.12	45.30
3	210		17/03/2025	24/03/2025	7	6.00	179.1	165.89	16916.07	94.45		
1	210	vivienda 03	17/03/2025	31/03/2025	14	6.00	180.1	215.64	21989.16	122.09		
2	210		17/03/2025	31/03/2025	14	6.00	180.0	210.19	21433.41	119.07	118.71	56.53
3	210		17/03/2025	31/03/2025	14	6.00	179.1	201.89	20587.05	114.95		
1	210	vivienda 03	17/03/2025	14/04/2025	28	6.00	179.1	241.84	24660.82	137.69	141.60	67.43

2	210	17/03/2025	14/04/2025	28	6.00	179.0	246.97	25183.93	140.69
3	210	17/03/2025	14/04/2025	28	6.00	179.1	257.15	26222.00	146.41

Nota. La tabla presenta los resultados del ensayo de compresión del concreto convencional (vivienda 03) a 7, 14 y 28 días, obtenidos en laboratorio en donde se obtuvo un promedio del ensayo realizado.

Figura 15

Resultado del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto convencional (vivienda 03)



Nota. La figura muestra la resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días, la cual no alcanza la resistencia de diseño de 210 kg/cm².

Tabla 44

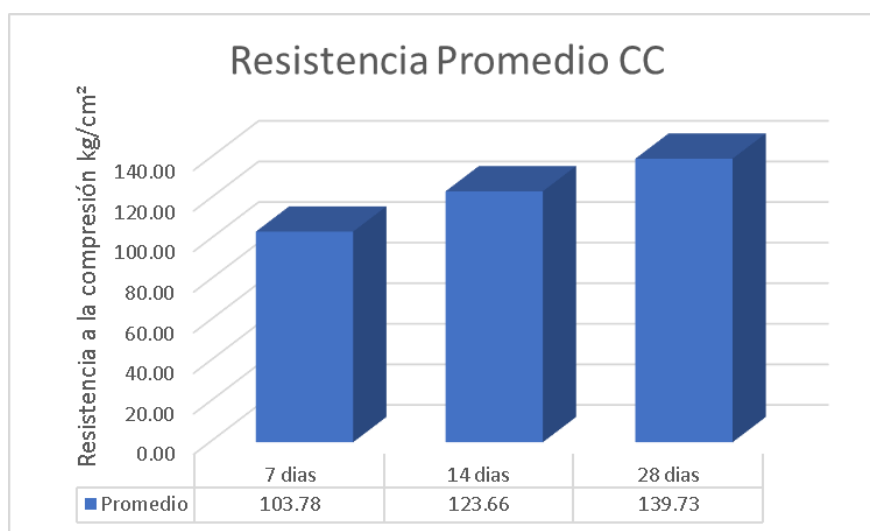
Resultados del ensayo a la compresión del concreto convencional (promedio CC)

Concreto Convencional	Vivienda 01	Vivienda 02	Vivienda 03	Promedio			
7 días	107.56	51.22	108.67	51.75	95.12	45.30	103.78
14 días	120.86	57.55	131.41	62.58	118.71	56.53	123.66
28 días	130.52	62.15	147.07	70.03	141.60	67.43	139.73

Nota. La tabla presenta los promedios del ensayo de compresión del concreto convencional a 7, 14 y 28 días, obtenidos en laboratorio obteniendo los siguientes resultados durante la ejecución del ensayo.

Figura 16

Resultados promedio del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto convencional



Nota. La figura presenta la resistencia a compresión promedio del concreto convencional a 7, 14 y 28 días; a los 28 días alcanza 139.73 kg/cm², valor que no cumple la resistencia de diseño de 210 kg/cm².

C). Resultados del ensayo de consistencia del concreto premezclado.

Se ha establecido la preparación del concreto premezclado de las viviendas: vivienda 01, vivienda 02 y vivienda 03, los hallazgos se detallan:

Tabla 45

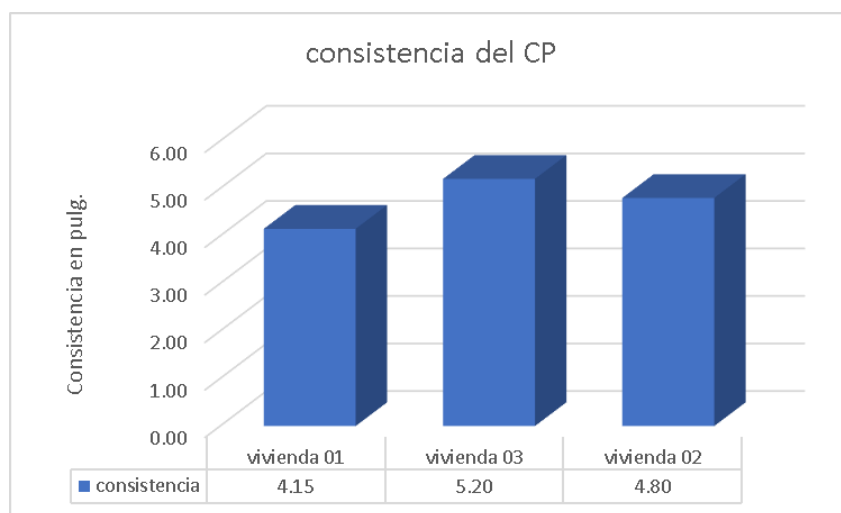
Resultados del ensayo de consistencia del concreto premezclado (CP)

Vivienda 01		Vivienda 02		Vivienda 03		promedio	
(")	(mm)	(")	(mm)	(")	(mm)	(")	(mm)
4.15	105.41	5.20	132.08	4.80	121.92	4.72	119.80

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de consistencia del concreto premezclado; se observa una variación máxima de 2.5" entre muestras, valor que se mantiene dentro del rango plástico permitido por la NTP.

Figura 17

Comparación de resultados de las viviendas en el ensayo de consistencia-CP



Nota. La figura muestra la consistencia (en pulgadas) de cada vivienda evaluada, la cual se mantiene dentro de los parámetros establecidos por la NTP.

D). Resultados del ensayo de consistencia del concreto convencional.

Se ha establecido la preparación del concreto convencional de las viviendas: vivienda 01, vivienda 02 y vivienda 03, los hallazgos se detallan:

Tabla 46

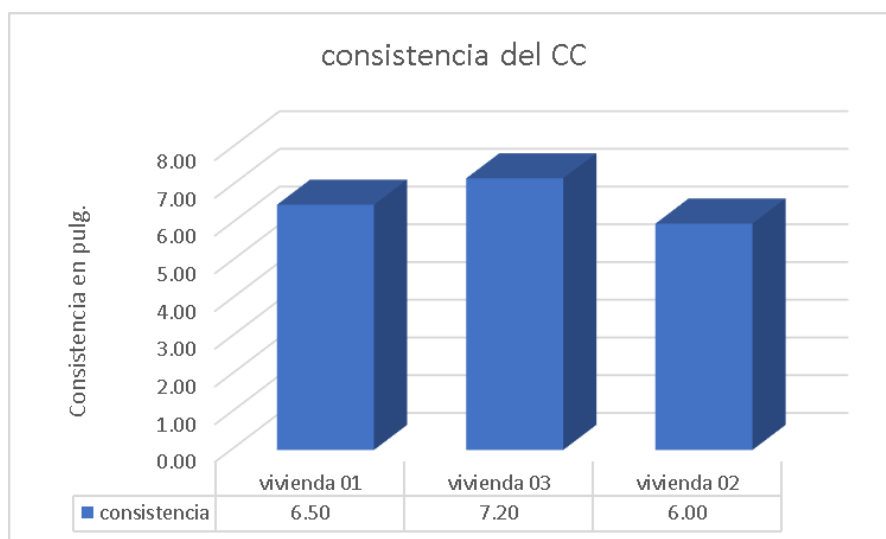
Resultados del ensayo de consistencia del concreto convencional (CC)

Vivienda 01		Vivienda 02		Vivienda 03		promedio	
(")	(mm)	(")	(mm)	(")	(mm)	(")	(mm)
6.50	165.10	7.20	182.88	6.00	152.40	6.57	166.79

Nota. La tabla indica los resultados obtenidos en el laboratorio del ensayo de consistencia del concreto convencional donde se observa una variación entre muestras, valor que no se mantiene en el rango de la NTP.

Figura 18

Comparación de resultados de las viviendas en el ensayo de consistencia- CC



Nota. La figura evidencia que las tres viviendas presentaron una variación del asentamiento; tras el muestreo, el revenimiento disminuyó y, en conjunto, los resultados no se ubican dentro del rango plástico. En particular, la vivienda 01 registró un asentamiento de 6.5", indicio de baja dosificación de agua en la mezcla, atribuible a un deficiente control de dosificación en obra.

Tabla 47

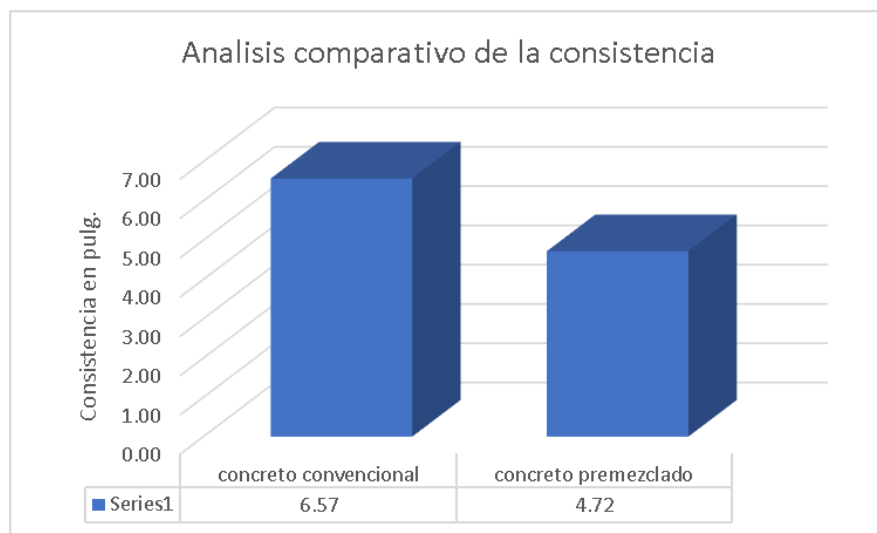
Resultados promedio del ensayo de consistencia del concreto convencional y premezclado

promedio CC		promedio CP	
(")	(mm)	(")	(mm)
6.57	166.79	4.72	119.80

Nota. La tabla indica los resultados promedios del ensayo de consistencia para ambos concretos donde se observa que varía en casi 2" y en el cual se analiza los parámetros de la NTP en el ensayo de consistencia.

Figura 19

Resultados comparativos de los ensayos de asentamiento del concreto premezclado y concreto convencional



Nota. En figura 16 se puede observar que en promedio existe una variación de 1.5” aprox.

Comparando el CC y CP.

E). Resultados de pruebas térmicas del concreto premezclado

Se ha establecido la preparación del concreto premezclado de las viviendas: vivienda 01, vivienda 02 y vivienda 03, los hallazgos se detallan:

Tabla 48

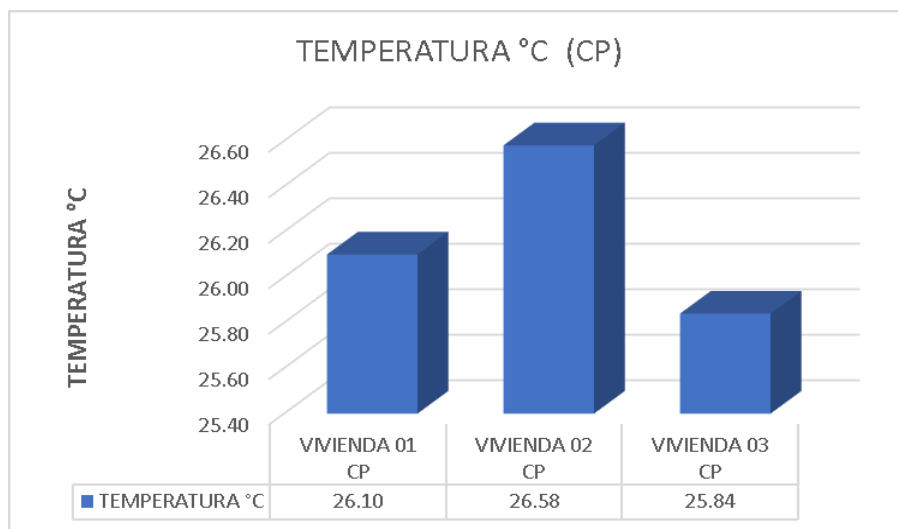
Resultados de temperatura (°C) del concreto premezclado

Concreto premezclado	Temperatura °C
VIVIENDA 01 CP	26.10
VIVIENDA 02 CP	26.58
VIVIENDA 03 CP	25.84

Nota. La tabla indica los resultados de temperatura del concreto premezclado en donde se realizó el ensayo en cada uno de las viviendas vaciadas del concreto convencional y premezclado obteniendo un promedio.

Figura 20

Resultados de temperatura del concreto premezclado



Nota. La figura presenta los resultados de temperatura del concreto premezclado; en las tres viviendas se verificaron, mediante el muestreo, valores que se mantienen dentro del límite máximo de 32 °C para la colocación de concreto fresco.

F). Resultados de pruebas térmicas del concreto convencional

Se ha establecido la preparación del concreto convencional de las viviendas: vivienda 01, vivienda 02 y vivienda 03, los hallazgos se detallan:

Tabla 49

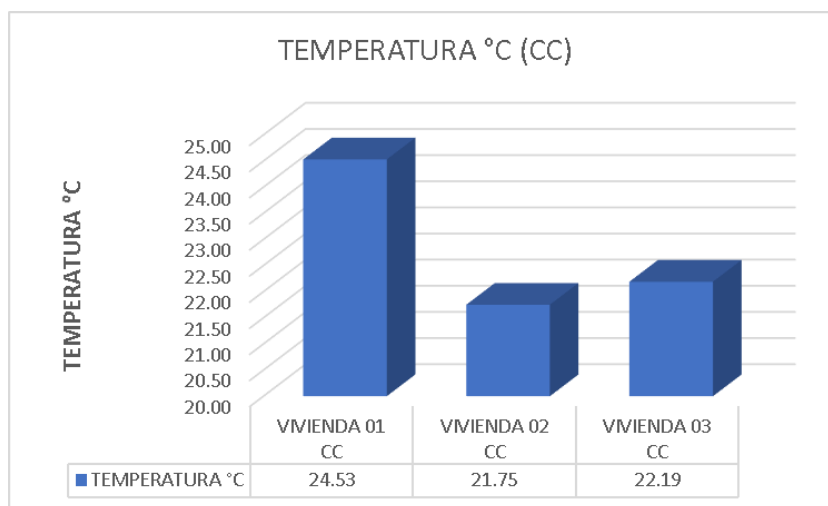
Resultados de temperatura (°C) del concreto convencional

Concreto convencional	Temperatura °C
VIVIENDA 01 CC	24.53
VIVIENDA 02 CC	21.75
VIVIENDA 03 CC	22.19

Nota. La tabla indica los resultados de temperatura del concreto convencional obtenidos durante la ejecución de los proyectos de viviendas en donde se obtuvo la temperatura un promedio total de cada vivienda.

Figura 21

Resultados de temperatura del concreto convencional



Nota. La figura presenta los resultados de temperatura del concreto convencional en las tres viviendas; el muestreo confirma que los valores se mantienen por debajo del límite de 32 °C para la colocación de concreto fresco. Sin embargo, la temperatura del CC es variable y no se dispone de mayor información operativa del personal para mantenerla dentro de rangos adecuados, lo que puede afectar el proceso químico de fraguado.

Tabla 50

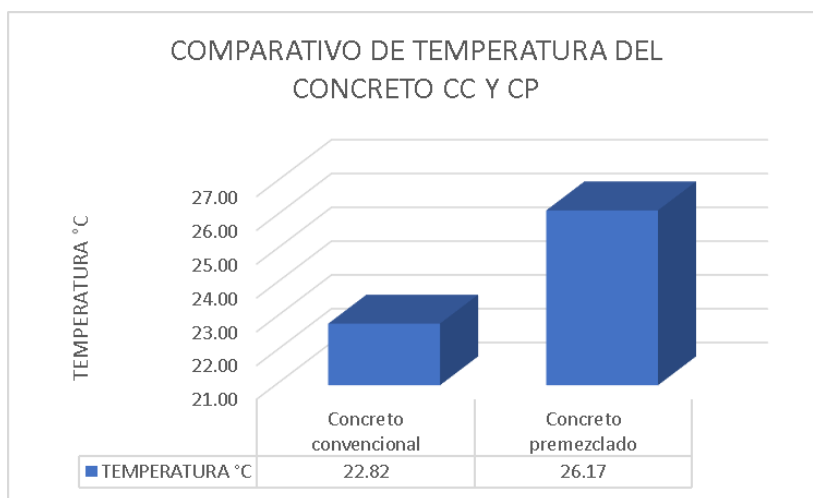
Resultados promedio de la temperatura del concreto convencional y premezclado

Concreto convencional	Temperatura °C	Concreto premezclado	Temperatura °C
VIVIENDA 01 CC	24.53	VIVIENDA 01 CP	26.10
VIVIENDA 02 CC	21.75	VIVIENDA 02 CP	26.58
VIVIENDA 03 CC	22.19	VIVIENDA 03 CP	25.84
Promedio	22.82	Promedio	26.17

Nota. La tabla indica los resultados promedios de temperatura para ambos concretos en donde el cual se obtuvo un promedio de cada vivienda y se realizó las comparaciones respectivas para obtener el resultado mostrado.

Figura 22

Resultados comparativos de la temperatura del concreto premezclado y concreto convencional



Nota. La figura evidencia una diferencia promedio de 3.5 °C entre el CP y el CC; en consecuencia, se requiere una mayor dosificación de aditivo reductor de agua para lograr un calor de hidratación adecuado que permita alcanzar la resistencia objetivo, lo cual implica un mayor consumo de materiales.

4.10. Discusión de resultados

a) Discusión de resultados del objetivo específico “a”

Con base en los datos de campo del concreto convencional (CC), se evidenció variabilidad en las dosificaciones; al promediar cada dosificación, el factor más influyente resultó ser el contenido de agua. Se registraron proporciones de 1:4:4:1 para el CP y 1:4.25:4.50:1.63 para el CC, observándose además diferencias en agregados y agua que inciden en la resistencia: al aumentar el agua, la resistencia disminuye. Como muestra la Figura N.º 02, el CC incorpora más agregados y agua por bolsa de cemento que el CP. En contraste, el mayor control de las plantas de CP permite dosificar óptimamente los materiales y mantener proporciones consistentes.

b) Discusión de resultados del objetivo específico “b”

Al comparar el costo por m³ de concreto convencional y premezclado en Abancay (2025) según la Tabla N.º 5 se observa que el convencional cuesta S/ 374.33 y el premezclado S/ 455.96; la diferencia es de 17.90 %, la cual se compensa por menores tiempos de vaciado, mejor diseño, calidad y producción del premezclado. En la investigación de (Pancca, 2018),

c) Discusión de resultados del objetivo específico “c”

De acuerdo al análisis de la producción, se puede establecer una diferencia en consideración en los promedios del tiempo de vaciado del concreto convencional y premezclado, desde la producción hasta el tiempo de vaciado del concreto, teniendo el promedio de tiempo de

117 min equivalente a 1H 57 min del concreto premezclado y 281 min equivalente a 4 H 41 min del Concreto convencional, se observa una variación en horas. También influye mucho el área del terreno y la ubicación del proyecto.

d) Discusión de resultados del objetivo específico “d”

En consistencia, el CP mostró un slump promedio de 4.72" frente a 6.57" del CC, evidenciando variación que incide en el desempeño. En línea con Veliz (2020), el premezclado suele operar con un criterio de aceptación 6"–8", formulado para consistencia plástica con asentamiento nominal de 7" y tolerancia de ± 1 ", cumpliendo además la resistencia. Bravo (2024) reporta que, en autoconstrucción, la dosificación se rige por la experiencia y sin guía técnica, generando variaciones en especial en la relación agua/cemento que a menudo exceden la recomendación del ACI (10 cm / 4") y explican la dispersión de asentamientos; con asesoría especializada, estas desviaciones se corrigen.

En temperatura, los promedios fueron 26.17 °C para el CP y 22.82 °C para el CC; la variación influye en la resistencia, recordando que la temperatura del concreto fresco no debe superar 32 °C. Veliz (2020) identifica un óptimo de 18–26 °C y un rango aceptable de 13–32 °C para preservar propiedades; fuera de ese intervalo pueden presentarse mayor consumo de agua, fraguado acelerado y menor resistencia. En particular, bajas temperaturas del CC pueden comprometer el calor de hidratación y el fraguado óptimo, contribuyendo a bajas resistencias en obra.

4.11. Prueba de hipótesis

Hipótesis específica “a”

- Planteamiento de hipótesis

H_0 : Los agregados del concreto convencional no influye, en la dosificación del concreto premezclado, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

H_1 : Los agregados del concreto convencional influye, en la dosificación del concreto premezclado, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de significancia

Se estima el $\alpha = 0.05$

Estadístico Para el estadístico

“t” se calculó los agregados en la dosificación s del concreto, donde se utilizó la formula siguiente:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_1} + \frac{s_c^2}{n_1}}}$$

$$s_c^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2 + \sum(y_i - \bar{y})^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Determinar el nivel de significancia ($\alpha/2$) para la prueba t de student de dos colas mediante la consulta de las tablas de valores críticos. Al analizar los grados de libertad y la importancia en las investigaciones, $\alpha/2$ delimita tanto la región de aceptación como la de rechazo de la hipótesis nula.

Tabla 51

Diagrama estadístico de prueba – diseño de mezcla

Comparativo de agregados para CC y CPM para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$			
	Resistencia a los 7 días	Resistencia a los 14 días	Resistencia a los 28 días
Planteamiento de hipótesis		$H_0: [\mu_x = \mu_y] = \text{Hipótesis Nula}$	
Nivel de significancia		0.025	
"t" tabulado			
Región crítica		$<-\infty; -2.45]$ y $[2.45; +\infty>$	
"t" calculado	2.236	3.564	2.52
Decisión	La variación del diseño de mezcla $tc \in R.C. \Rightarrow$ Se rechaza H_0 y se acepta $H_a =$ Los agregados del concreto convencional influye, en la dosificación del concreto premezclado, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.		

Nota. La tabla indica los resultados alcanzados mediante el método t – student, donde el cual se realizó el análisis estadístico para obtener mejores resultados y datos para esta investigación de tesis.

Hipótesis específica “b”

- Planteamiento de hipótesis

H_0 : El costo por metro cúbico no influye, en la elaboración del concreto premezclado y concreto convencional, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

H_i : El costo por metro cúbico si influye, en la elaboración del concreto premezclado y concreto convencional, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de significancia

Se estima el $\alpha = 0.05$

Estadístico Para el estadístico

“t” se calculó los agregados en la dosificación s del concreto, donde se utilizó la formula siguiente:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_1} + \frac{s_c^2}{n_1}}}$$

$$s_c^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2 + \sum(y_i - \bar{y})^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

\bar{x} : Media de los agregados para el concreto convencional

\bar{y} : Media de los agregados para en concreto premezclado

n_1 : Muestra para los agregados para el concreto convencional

n_2 : Muestra para los agregados para el concreto premezclado

s_c^2 : Varianza común

t: “t” calculado

Establecer el nivel de significancia ($\alpha/2$) para una prueba t de Student bilateral se realiza consultando las tablas de valores críticos; con base en los grados de libertad y la relevancia del estudio, el valor $\alpha/2$ define simultáneamente las regiones de aceptación y de rechazo de la hipótesis nula.

Tabla 52

Diagrama estadístico de prueba – costo del concreto CC y CP

Comparativo de costos del CC y CP para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	
Costo del concreto	
Planteamiento de hipótesis	$H_0: [\mu_x = \mu_y]$ = Hipótesis Nula
Nivel de significancia	0.025
"t" tabulado	
Región crítica	$<-\infty; -2.45]$ y $[2.45; +\infty>$
"t" calculado	-3.624
Decisión	La variación del costo $tc \in R.C. \Rightarrow$ Se rechaza H_0 y se acepta H_a = El costo influye, en la elaboración del concreto premezclado, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Nota. La tabla indica los resultados alcanzados mediante el método t – student donde el cual se realizó el análisis estadístico para obtener mejores resultados y datos para esta investigación de tesis.

Hipótesis específica "c"

- Planteamiento de hipótesis

H_0 : La producción del concreto no influye, en la elaboración del concreto premezclado y concreto convencional, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

H_i : La producción del concreto si influye, en la elaboración del concreto premezclado y concreto convencional, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de significancia

Se estima el $\alpha = 0.05$

Estadístico Para el estadístico

“t” se calculó los agregados en la dosificación s del concreto, donde se utilizó la formula siguiente:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_1} + \frac{s_c^2}{n_1}}}$$

$$s_c^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2 + \sum(y_i - \bar{y})^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

\bar{x} : Media de los agregados para el concreto convencional

\bar{y} : Media de los agregados para en concreto premezclado

n_1 : Muestra para los agregados para el concreto convencional

n_2 : Muestra para los agregados para el concreto premezclado

s_c^2 : Varianza común

t: “t” calculado

Determinar el nivel de significancia ($\alpha/2$) para la prueba t de student de dos colas mediante la consulta de las tablas de valores críticos. Al analizar los grados de libertad y la importancia en las investigaciones, $\alpha/2$ delimita tanto la región de aceptación como la de rechazo de la hipótesis nula.

Tabla 53

Diagrama estadístico de prueba – producción del concreto CC y CP

Comparativo de la producción del CC y CP para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	
producción del concreto	
Planteamiento de hipótesis	$H_0: [\mu_x = \mu_y]$ = Hipótesis Nula
Nivel de significancia	0.025
"t" tabulado	
Región crítica	$<-\infty; -2.45]$ y $[2.45; +\infty>$
"t" calculado	0.092
Decisión	La variación de la producción del concreto $tc \in \text{R.C.} \Rightarrow$ Se rechaza H_0 y se acepta H_a = La producción influye, en la elaboración del concreto premezclado, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Nota. La tabla indica los resultados alcanzados mediante el método t – student donde el cual se realizó el análisis estadístico para obtener mejores resultados y datos para esta investigación de tesis.

Hipótesis específica “d”

- Planteamiento de hipótesis

H_0 : La calidad del concreto no influye, en la elaboración del concreto premezclado y concreto convencional, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

H_i : La calidad del concreto si influye, en la elaboración del concreto premezclado y concreto convencional, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de significancia

Se estima el $\alpha = 0.05$

Estadístico Para el estadístico

“t” se calculó los agregados en la dosificación s del concreto, donde se utilizó la formula siguiente:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_1} + \frac{s_c^2}{n_1}}}$$

$$s_c^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2 + \sum(y_i - \bar{y})^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

\bar{x} : Media de los agregados para el concreto convencional

\bar{y} : Media de los agregados para en concreto premezclado

n_1 : Muestra para los agregados para el concreto convencional

n_2 : Muestra para los agregados para el concreto premezclado

s_c^2 : Varianza común

t: “t” calculado

Fijar el nivel de significancia ($\alpha/2$) para una prueba t de Student de dos colas se hace consultando las tablas de valores críticos; considerando los grados de libertad y la relevancia del estudio, ese $\alpha/2$ establece los límites de las regiones de aceptación y rechazo de la hipótesis nula.

Tabla 54

Diagrama estadístico de prueba – calidad del concreto CC y CP

Comparativo de la calidad del concreto CC y CP para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	
calidad del concreto	
Planteamiento de hipótesis	$H_0: [\mu_x = \mu_y]$ = Hipótesis Nula
Nivel de significancia	0.025
"t" tabulado	
Región crítica	$<-\infty; -2.45]$ y $[2.45; +\infty>$
"t" calculado	0.247
Decisión	La variación la calidad del concreto $tc \in R.C. \Rightarrow$ Se rechaza H_0 y se acepta H_a = La calidad del concreto influye, en la elaboración del concreto premezclado, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Nota. La tabla indica los resultados alcanzados mediante el método t – student, donde el cual se realizó el análisis estadístico para obtener mejores resultados y datos para esta investigación de tesis.

VI. Conclusiones

1. Del objetivo general. Se efectuó un análisis comparativo de costo, producción, diseño y calidad del concreto, comprobándose que el premezclado cumple el control de calidad y, en diversas obras en ejecución en Abancay, alcanza a 28 días la resistencia a compresión exigida por la NTE E.060. En contraste, el concreto tradicional elaborado en contextos de autoconstrucción informal presenta resistencias muy bajas, por debajo del mínimo establecido por la misma norma.

2. Del objetivo específico 1. Se realizó un análisis comparativo del diseño de mezcla y los resultados evidencian que la dosificación incide de forma directa en la resistencia del concreto: en el premezclado el efecto es positivo, mientras que en el concreto convencional de autoconstrucción es desfavorable para una $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Esto se aprecia en las Tablas N.º 40 y 44, donde las variaciones de dosificación se traducen en cambios de resistencia. Además, cuando la producción se efectúa en una planta dosificadora, se asegura la aplicación del diseño de mezcla.

3. Del objetivo específico 2. Se realizó un análisis comparativo del costo por m^3 y, según la tabla N.º 5, el concreto convencional cuesta S/ 374.33/ m^3 , mientras que el premezclado asciende a S/ 455.96/ m^3 . La diferencia (17.90 %) se compensa por las ventajas del premezclado en tiempo de vaciado, diseño, calidad y producción.

4. Del objetivo específico 3. Se realizó el análisis comparativo de la producción donde, se puede establecer una diferencia en consideración en los promedios del tiempo de vaciado del concreto convencional y premezclado, desde la producción hasta el tiempo de vaciado del concreto, teniendo el promedio de tiempo de 117 min equivalente a 1H 57 min del concreto premezclado y 281 min equivalente a 4 H 41 min del Concreto convencional, se observa una variación en horas.

También influye mucho el área del terreno, la ubicación del proyecto, el proceso es industrializado y el concreto se dosifica por peso.

5. Del objetivo específico 4. Se efectuó un análisis comparativo de la calidad del concreto considerando resistencia a compresión, consistencia y temperatura. Los resultados evidencian que, bajo estricto control de calidad, el material alcanza la resistencia prevista: según la tabla N.º 40, el concreto premezclado (CP) utilizado en autoconstrucción registró $f'c = 222.41 \text{ kg/cm}^2$ (105.91 % de la meta), mientras que, de acuerdo con la tabla N.º 44, el concreto convencional (CC) solo logró $f'c = 139.73 \text{ kg/cm}^2$ (66.54 % del objetivo). En consistencia, el CP presentó un slump promedio de 4.72" frente a 6.57" del CC, diferencia que incide en el desempeño. En temperatura, la tabla N.º 50 muestra promedios de 26.17 °C para el CP y 22.82 °C para el CC; esta variación también influye en la resistencia, recordando que la temperatura del concreto fresco no debe exceder 32 °C.

VII. Recomendaciones

1. En relación con el objetivo general, Se recomienda realizar una evaluación integral del costo, la producción, la calidad del concreto y el diseño de mezcla tanto del concreto premezclado como del concreto convencional en la ciudad de Abancay, a fin de verificar el cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones; en última instancia, las obras serán habitadas por personas, y cada actor es responsable de salvaguardar su seguridad y vida.

2. En relación con el objetivo específico 1. Se recomienda, para esta investigación, una relación a/c promedio entre 0.50 y 0.60 en un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cumpliendo los requisitos mínimos de la ASTM C94. Asimismo, es necesario aplicar control de calidad al concreto convencional en su dosificación, empleando materiales apropiados y una correcta relación agua-cemento, a fin de garantizar que se alcance la resistencia mínima de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3. En relación con el objetivo específico 2. Se recomienda, utilizar el concreto premezclado para, el sector privado y público, porque el costo por metro cubico es muy accesible a lo que se proponía años anteriores, donde se puede aprovechar la calidad del concreto, el diseño, el rendimiento y el tiempo de vaciado del concreto.

4. En relación con el objetivo específico 3. Se recomienda realizar una comparación de la producción del concreto de cada proyecto entre lo industrial vs in situ, para así determinar el tiempo de producción y vaciado del concreto y sacar las propias conclusiones que el concreto premezclado es mucho mejor en todo, y que la única desventaja solo es en lo económico.

4. En relación con el objetivo específico 4. Se recomienda emplear concreto premezclado (CP), pues ofrece mejor control de calidad y de dosificación de materiales, condición que no se garantiza en el concreto convencional (CC). Si se opta por CC en viviendas, debe implementarse un control estricto de la dosificación, con personal técnico calificado que verifique la mezcla para alcanzar, como mínimo, la resistencia de diseño. Antes del colado de elementos estructurales, realice la prueba de asentamiento (slump): un resultado $> 5''$ indica exceso de agua y pérdida de resistencia; un asentamiento entre $3''$ y $4''$ corresponde a consistencia plástica adecuada, que equilibra manejabilidad y desempeño mecánico. En cuanto a temperatura, el CP presenta ventaja al incorporar aditivos ajustados a las condiciones climáticas cuando se trabaja con una empresa formal; en cambio, en la autoconstrucción con método tradicional, suele ignorarse la variabilidad térmica y la producción es aleatoria, lo que deriva en bajas resistencias a compresión, tal como reflejan las tablas de resultados.

VIII. Referencias

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto, Lima – Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad San Marcos de Lima] Repositorio institucional de la Universidad San Marcos de Lima. [306087568-Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto.pdf](https://repositorio.usm.edu.pe/item/306087568-Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto.pdf).
- Alcántara, M. M., & Oribe, d. P. (2018). *Características mecánicas de un concreto premezclado en seco concreto rápido $f'c=210$ kg/cm² y su costo comparativo, Trujillo – La Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo] Repositorio institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo. <https://repositorio.upao.edu.pe/item/7b1b96c5-ea47-f7ab-e050-010a1c030756>
- Argos. (2023). *Importancia del Concreto Premezclado, Bogotá – Colombia*. [Tesis de pregrado, Universidad de Bogotá] Repositorio institucional de la Universidad de Bogotá de Colombia. <https://colombia.argos.co/autoconstructores/importancia-del-concreto-premezclado-cuando-construyes-tu-vivienda>
- Arias, F. G. (2006). *El Proyecto de Investigación, Caracas – Venezuela*. [Tesis de pregrado, Universidad de Caracas] Repositorio institucional de la Universidad de Venezuela. https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
- Arias, G. (2021). *Diseño y Metodologías de la investigación, Arequipa – Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] Repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. https://apps.utel.edu.mx/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Astorga, E. a. (2019). *Análisis de comportamiento de plantas de hormigón premezclado a partir de la variabilidad de sus resultados de resistencia a compresión, Santiago – Chile* [Tesis

- de Pregrado, Universidad de Chile] Repositorio institucional de la Universidad de Chile.
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/173495/An%C3%A1lisis-de-comportamiento-de-plantas-de-hormigón-premezclado-a-partir-de-la-variabilidad.pdf?sequence=1>
- Baldin, A. V., Hinojosa, J. D., Brown, D. R., Matuk, A. L., & Frade, J. M. (2013). *Guía para elaboración de un protocolo de investigación, Ciudad de México – México*. [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma de la Ciudad de México] Repositorio institucional de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/endosco/ ce-2013/ce133d.pdf>
- Yura IP. (2014). Cemento Portland Puzolánico, *Red de revistas científicas Ficha Técnica Yura IP*.
<https://www.proconsrl.com/pdfs/88.pdf>
- Cemex. (2019). Hablando de Cemento Portland, *Revista científica de la Empresa Cemex de Hidalgo*. <https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>
- Concreplus. (2020). Tiempo de vida y durabilidad en concreto, *Revista Empresa Concreplus de Yucatán*. <https://www.concreplus.com.mx/tiempo-vida-durabilidad-concreto>
- Concreto México. (2021). Concreto Estructural, Puebla – México, *Revista científica de la Empresa Concreto Solido de Puebla*. <https://www.concretosolido.mx/concreto-estructural>.
- Crisostomo Madueño, D. (2018). *El Comportamiento del concreto premezclado y el concreto por mezcladora, Ica - Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas de Ica] Repositorio Institucional de la Universidad Alas Peruanas de Ica.
https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/5191/Tesis_Concreto_Mezcladora_Obras.pdf?sequence=1

- Fernández, L. N. (2021). *Efectos de los residuos de cilindros de ensayos de concreto utilizados como agregado grueso sobre la durabilidad del concreto, Bogotá – Colombia*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Colombia] Repositorio institucional de la Universidad de Colombia. <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/949eb1fa-d0d4-4bca-a64f-8198c41ccba1/content>
- Ministerio de Vivienda (2009). Reglamento Nacional de Edificaciones: *Norma E060 del Perú*, Editorial Macro de Lima del Ministerio de Vivienda del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Sampieri, r. H. (2014). *Metodología de la Investigación, Ciudad de México*, Editorial interamericana editores de la ciudad de México. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Segregación del Concreto (2023). Segregación de Concreto, *Revista científica de la Empresa Construneic de Lima*. <https://construneic.com/concreto-armado/segregacion-del-concreto>
- Sencico. (2014). Manual de preparación: colocación y cuidados del concreto, *Revista científica de Sencico de Lima*. https://infoconstructor.com/wp-content/uploads/2023/09/MANUAL_DE_PREPARACION_COLOCACION_Y_CUIDADOS_DEL_CONCRETO.pdf
- Concreto Supermix. (2023). ventajas del concreto premezclado, *Revista científica del Cemento Portland Puzolánico, 03-10*. <https://www.supermix.com.pe/ventajas-del-concreto-premezclado/>

- Fernández y Tello. (2019). *Resistencia a la compresión del concreto utilizado en losas aligeradas de las construcciones informales, Jaén-Perú*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén] Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/256>
- Guevara. (2014). *Resistencia y costo del concreto premezclado y del concreto hecho al pie de obra, en función al volumen de vaciado, Cajamarca-Perú*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca] Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/661>
- Torres, I. A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto, Lima – Perú*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería de Lima] Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima. <https://www.udocz.com/apuntes/56205/ana-torre-carrillo-curso-basico-de-tecnologia-del-concreto>
- Zafra, N. M. (2019). *Análisis Comparativo Del Concreto Premezclado Y Concreto Convencional Utilizado En La Autoconstrucción De Viviendas, Para Una Resistencia De 210 Kg/Cm2, Trujillo - Perú*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte de Trujillo] Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte de Trujillo. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27224>
- Ruiz Manrique, w. (2006). *Tecnologías Apropriadas para la Autoconstrucción de Viviendas. Instituto de Transferencias de Tecnologías apropiadas para Sectores Marginales, Chosica – Perú*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle de Chosica] Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle de Chosica. <https://biblioteca.une.edu.pe/opac-tmpl/bootstrap/images/Libros%20por%20programas%20de%20estudio%20FATEC.pdf>

- Salinas M. (2012). Costos y Presupuestos de Obra: *Análisis de precios unitarios*, Editorial Instituto de la Construcción y Gerencia de Lima 5ta Edición.
<https://www.udocz.com/apuntes/5841/04-costos-y-presupuestos-de-obras>
- Román. (1992). *Concreto premezclado y concreto hecho en obra*, Ciudad de México – México. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México] Repositorio institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México.
<https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/pmig2016/0185826/Index.html>
- Sánchez, Diego. (2001). *Tecnología del concreto y mortero*, Bogotá – Colombia. [Libro, La Pontificia Universidad Javeriana de Colombia] Repositorio Institucional de Universidad Javeriana de Colombia. <https://es.scribd.com/document/595352379/Tecnologia-Del-Concreto-y-Del-Mortero-2001-Diego-Sanchez-de-Guzman-Z-lib-org>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes.