

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO  
EMBOLSADO SECO EN LA REGIÓN CENTRAL DEL PERÚ**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Francisco Enrique, Godiño Vilchez

**ASESOR:**

Laura Marina Navarro Alvarado

Lima, Julio, 2025

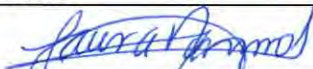
### Informe de Similitud

Yo, Laura Marina Navarro Alvarado, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado "LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO EMBOLSADO SECO EN LA REGIÓN CENTRAL DEL PERÚ", del autor Francisco Enrique Godiño Vilchez,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 19%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 25/07/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 07/08/2025

Apellidos y nombres de la asesora: Navarro Alvarado Laura Marina	
DNI: 18144134	Firma 
ORCID: 0000-0001-8460-8424	

## DEDICATORIA

Se dedica esta Tesis a mis padres por su amor y sacrificio; a Mercy por siempre impulsarme a ser mejor. A mis amigos, familiares que siempre me dieron un apoyo constante.



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo establecer los lineamientos para la producción y comercialización de concreto embolsado en seco en la región central del Perú, en el cual empleó una metodología de investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño cuasiexperimental, en el que los resultados indicaron una alta aceptación del concreto embolsado seco en la región central del Perú, con un 74.65% de encuestados dispuestos a utilizarlo en sus viviendas y el mismo porcentaje considerándolo recomendable para personas sin experiencia en construcción. Además, el 31,36% de los encuestados pertenecen a la especialidad de ingeniería civil, impulsando esta tendencia positiva. En cuanto a precios, el 28.54% prefirió un costo de S/ 10.00 por bolsa, mientras que los valores de S/ 11.00 y S/ 12.00 fueron aceptables para el 23.30% y 25.35%, respectivamente. Cada bolsa de 40 kg produce aproximadamente 18 litros de concreto fresco. La caracterización de los agregados mostró que el fino tiene un módulo de finura de 2.56 y densidad de 2.63 g/cm<sup>3</sup>, mientras que el grueso presenta una densidad de 2.70 g/cm<sup>3</sup> y una absorción del 1.2%, cumpliendo con los estándares normativos, aunque la pérdida por sulfato de sodio del 18.38% en el grueso sugiere tratamientos adicionales. Se detectaron desviaciones granulométricas en los tamices de 3/8" y 1/2" con 14% y 18% fuera de rango, respectivamente. En los ensayos de desempeño, el asentamiento varió entre 4.5" y 5.5", dentro del rango ideal (4"-6"), salvo una muestra con f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> y 0.30% de aditivo que alcanzó 7". El peso unitario promedio fue de 2299 kg/m<sup>3</sup> (ASTM C138), la temperatura osciló entre 18.9 °C y 21.6 °C (NTP 339.184) y el contenido de aire varió de 2% a 3.5% (ASTM C231). La resistencia a compresión alcanzó 423,57 kg/cm<sup>2</sup> sin aditivos y 339,86 kg/cm<sup>2</sup> con aditivos, confirmando su idoneidad para aplicaciones residenciales. La inversión inicial del proyecto es de S/. 1,346,762 con una producción de 315,000 bolsas anuales (equivalente a 12,600 toneladas), aunque los costos operativos representan un reto financiero que requiere gestión eficiente para garantizar la rentabilidad del concreto embolsado seco en la región. Finalmente se concluye que la producción y comercialización de concreto embolsado seco en la región central del Perú es viable y presenta un alto potencial de aceptación. Los agregados locales cumplen con la mayoría de los estándares normativos. El desempeño del concreto cumple con los requisitos de asentamiento, peso unitario, contenido de aire y resistencia a compresión para aplicaciones residenciales. Sin embargo, la rentabilidad del proyecto depende de una gestión eficiente de los costos operativos.

Palabras Clave: Planta de Concreto, Lineamientos de Producción, Concreto embolsado.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>i</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 OBJETIVO PRINCIPAL.....	2
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.4 HIPÓTESIS .....	3
1.4.1 Planteamiento de la hipótesis .....	3
1.4.2 Operacionalización de Variables.....	3
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	3
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1 ANTECEDENTES .....	4
2.1.1 Antecedente Internacionales .....	4
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	6
2.2 BASES TEORICAS.....	12
2.2.1 Concreto .....	12
2.2.1.1 Componentes del Concreto .....	12
2.2.2 Concreto embolsado seco.....	19
2.2.3 Procesos de producción de concreto embolsado seco .....	20
2.2.4 Capacitación del personal en la producción de concreto .....	21
2.2.5 Características mecánicas del concreto .....	22
2.2.6 Economía del concreto.....	24
2.2.7 Impacto ambiental.....	26
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>

3.1	Muestra .....	27
3.2	Recolección de Materiales .....	28
3.2.1	Cemento .....	28
3.2.2	Agua .....	28
3.2.3	Agregado fino y grueso .....	28
3.2.4	Aditivo.....	30
3.3	Análisis y preparación de materiales .....	30
3.3.1	Análisis granulométrico y químico de los agregados.....	30
3.4	Evaluación de dosificación .....	33
3.4.1	Elección de relación agua-cemento y aditivo.....	33
3.4.2	Diseño de mezcla para concreto embolsado seco .....	34
3.5	Ensayos de laboratorio.....	36
3.5.1	Consistencia .....	36
3.5.2	Peso Unitario y Rendimiento - NTP 339.046.....	37
3.5.3	Temperatura - NTP 339.184.....	38
3.5.4	Contenido de Aire – ASTM C231.....	39
3.5.5	Resistencia a la Compresión – ASTM C39.....	40
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....</b>		<b>43</b>
4.1	RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECIFICO 01 .....	43
4.1.1	Cantidad de Personas Encuestadas.....	43
4.1.2	Análisis de la encuesta desarrollada.....	44
4.2	RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECIFICO 02 .....	48
4.2.1	Caracterización de los agregados finos y gruesos .....	48
4.2.2	Peso específico, Contenido de humedad y Peso unitario – Agregados.....	52
4.2.3	Análisis Químico.....	54
4.2.4	Lineamientos para la producción del concreto embolsado .....	55
4.3	RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECIFICO 03 .....	59

4.3.1	Ensayo de asentamiento - NTP 339.035 .....	59
4.3.2	Peso Unitario y Rendimiento - NTP 339.046.....	60
4.3.3	Temperatura - NTP 339.184.....	61
4.3.4	Contenido de Aire – ASTM C231.....	62
4.3.5	Resistencia a la Compresión – ASTM C39.....	62
4.3.6	Resistencia a compresión de la concreto con aditivos .....	64
4.4	RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECIFICO 04 .....	66
4.4.1	Maquinaria para producción – planta de concreto .....	66
4.4.2	Inversión de la propuesta.....	68
4.4.3	Costos Unitarios.....	70
4.4.4	Costos operativos .....	73
4.4.5	Gastos operativos .....	73
4.4.6	Flujo de Caja .....	76
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>82</b>
6.1	CONCLUSIONES .....	82
6.2	RECOMENDACIONES.....	85
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>87</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>90</b>
	Anexo 01. Encuesta a especialistas.....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Componentes Químicos del cemento</i> .....	14
Tabla 2 <i>Granulometría</i> .....	17
Tabla 3 <i>Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura</i> .....	18
Tabla 4 <i>Criterio de aceptación de temperatura del concreto</i> .....	23
Tabla 5 <i>Relación agua cemento</i> .....	33
Tabla 6 <i>Relación agua cemento</i> .....	33
Tabla 7 <i>Características de los materiales del concreto en diseño con aditivo ECOANDINA</i>	35
Tabla 8 <i>Cantidad de especialistas encuestados por capítulos</i> .....	43
Tabla 9 <i>Pregunta 1 desarrollada a especialistas</i> .....	44
Tabla 10 <i>Pregunta 2 desarrollada a especialistas</i> .....	45
Tabla 11 <i>Pregunta 3 desarrollada a especialistas</i> .....	47
Tabla 12 <i>Análisis granulométrico agregado grueso HUSO – 67</i> .....	49
Tabla 13 <i>Análisis granulométrico agregado grueso HUSO – 57</i> .....	50
Tabla 14 <i>Análisis granulométrico de arena</i> .....	51
Tabla 15 <i>Peso específico, contenido de Humedad y Peso unitario – Agregado grueso HUSO 67</i> .....	52
Tabla 16 <i>Peso específico, contenido de Humedad y Peso unitario – Agregado grueso HUSO 57</i> .....	53
Tabla 17 <i>Peso específico, contenido de Humedad y Peso unitario – Agregado arena</i> .....	53
Tabla 18 <i>Resultados del Análisis químicos desarrollado</i> .....	54
Tabla 19 <i>Asentamiento obtenido en los ensayos con cada tipo de aditivo - por la NTP 339.035.</i> .....	59
Tabla 20 <i>Peso unitario y el rendimiento de cada diseño de mezcla obtenido - NTP 339.046</i>	60
Tabla 21 <i>Temperatura del concreto en estado fresco y el ambiente - NTP 339.184</i> .....	61

Tabla 22 <i>Porcentaje de aire en el concreto - ASTM C231</i> .....	62
Tabla 23 <i>Resistencia de la curva patrón</i> .....	63
Tabla 24 <i>Curva relación Agua – Cemento Vs. Resistencia a Compresión del concreto con aditivos</i> .....	65
Tabla 25 <i>Maquinas necesarias para producir una planta de concreto</i> .....	66



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Granulometría</i> .....	17
Figura 2 <i>Granulometría</i> .....	18
Figura 3 <i>Mapa de Junín y sus Distritos</i> .....	27
Figura 4 <i>Provincia de Chupaca y sus distritos</i> .....	27
Figura 5 <i>Cemento empleado</i> .....	28
Figura 6 <i>Agregado Grueso</i> .....	29
Figura 7 <i>Agregado Fino</i> .....	29
Figura 8 <i>Análisis Granulométrico - Agregado Grueso - ASTM C33</i> .....	31
Figura 9 <i>Análisis Granulométrico - Agregado fino - ASTM C33</i> .....	32
Figura 10 <i>Ensayo de asentamiento</i> .....	37
Figura 11 <i>Ensayo de peso unitario</i> .....	38
Figura 12 <i>Toma de Temperatura del concreto en estado plástico</i> .....	38
Figura 13 <i>Ensayo de contenido de aire</i> .....	39
Figura 14 <i>Muestras para el ensayo a compresión</i> .....	40
Figura 15 <i>Probetas de concreto</i> .....	41
Figura 16 <i>Probetas de concreto</i> .....	41
Figura 17 <i>Curado de Probetas de concreto</i> .....	42
Figura 18 <i>Carga en Kn aplicada a las probetas de concreto</i> .....	42
Figura 19 <i>Porcentaje de participantes por capítulo</i> .....	44
Figura 20 <i>Porcentaje de participantes por capítulo</i> .....	45
Figura 21 <i>Porcentaje de participantes por capítulo</i> .....	46
Figura 22 <i>Porcentaje de participantes por capítulo</i> .....	47
Figura 23 <i>Análisis granulométrico agregado grueso HUSO – 67</i> .....	49
Figura 24 <i>Análisis granulométrico agregado grueso HUSO – 57</i> .....	50

Figura 25 *Análisis granulométrico agregado fino Arena* .....51  
Figura 26 *Curva relación Agua – Cemento Vs. Resistencia a Compresión* .....64  
Figura 27 *Curva relación Agua – Cemento Vs. Resistencia a Compresión del concreto con aditivos*.....65



# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

La producción de concreto embolsado seco desempeña un papel fundamental en la construcción de infraestructuras en la región central del Perú. Sin embargo, la falta de estandarización y eficiencia en este proceso podría generar resultados inconsistentes, afectando la calidad de las construcciones y comprometiendo la durabilidad y resistencia del concreto. En respuesta a esta problemática, esta investigación propone el establecimiento de lineamientos específicos para la producción de concreto embolsado seco en la mencionada región.

En la región central del Perú, la producción de concreto embolsado seco enfrenta desafíos significativos que afectan la calidad y consistencia del producto final. La falta de lineamientos específicos y procedimientos estandarizados en el proceso de producción ha llevado a resultados inconsistentes en términos de resistencia, durabilidad y otras propiedades fundamentales del concreto. Esta variabilidad compromete la integridad de las construcciones y pone de manifiesto la necesidad apremiante de abordar la realidad problemática en este ámbito.

La falta de uniformidad en las mezclas, condiciones de curado inadecuadas y la ausencia de protocolos de prueba de calidad han contribuido a la generación de concretos con propiedades heterogéneas. Esto, a su vez, ha dado lugar a construcciones que podrían no cumplir con los estándares de resistencia requeridos, aumentando el riesgo de fallas estructurales y reduciendo la vida útil de las edificaciones.

En este contexto, la realidad problemática representa una necesidad urgente de establecer lineamientos específicos que regulen y mejoren el proceso de producción de concreto embolsado seco en la región central del Perú. La ausencia de una guía clara ha generado una situación que compromete la calidad de las construcciones y, por ende, la seguridad y durabilidad de las infraestructuras en la región. La presente investigación aborda estos desafíos, proponiendo soluciones concretas para elevar los estándares de producción y asegurar la calidad y consistencia del concreto embolsado seco en la región.

La finalidad fundamental de este estudio es abordar las deficiencias identificadas en el desarrollo de producción de concreto, proponiendo soluciones concretas a través de lineamientos que promuevan la uniformidad, eficiencia y calidad en cada etapa del proceso. La implementación de estos lineamientos no solo busca mejorar la calidad del concreto, sino también optimizar los recursos utilizados y reducir el impacto ambiental de esta actividad.

A lo largo de esta investigación, se explorarán diferentes dimensiones, desde la calidad del concreto y el alcance de estándares, para proporcionar una evaluación integral de la implementación de los lineamientos propuestos. Este enfoque multifacético permitirá comprender no solo la eficacia técnica de las directrices, sino también su viabilidad práctica y su impacto a largo plazo en la sostenibilidad del proceso.

Mediante la aplicación rigurosa de estos lineamientos, se aspira a elevar los estándares de producción de concreto embolsado seco en la región central del Perú, contribuyendo así al desarrollo de construcciones más seguras, duraderas y alineadas con los criterios de calidad exigidos tanto a nivel nacional como internacional.

## **1.2 OBJETIVO PRINCIPAL**

Establecer los lineamientos para la producción y comercialización de concreto embolsado en seco en la región central del Perú.

## **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la aceptación del concreto embolsado seco en la zona en estudio.
- Caracterizar los agregados finos y gruesos disponibles en la región central del Perú y dar los lineamientos para producir agregados normalizados para concreto.
- Evaluar el desempeño del concreto embolsado seco a partir de los materiales de la zona en estudio
- Analizar el costo-beneficio de la producción de una planta de concreto embolsado seco a nivel industrial.

## **1.4 HIPÓTESIS**

### **1.4.1 Planteamiento de la hipótesis**

Los lineamientos empleados mejoran la calidad, resistencia y tiempo de vida del concreto embolsado seco en la serranía de la región central del Perú.

### **1.4.2 Operacionalización de Variables**

#### **1.4.2.1 Variable dependiente**

(Variable independiente) Lineamientos para producción de Concreto embolsado seco

#### **1.4.2.2 Variable independiente**

(Variable dependiente) Propiedades físicas, Mecánicas y Económicas del Concreto Embolsado Seco

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación nace de la necesidad urgente de mejorar la calidad y la consistencia del concreto embolsado seco en la región central del Perú, ya que la falta de lineamientos claros está afectando la seguridad y durabilidad de las construcciones locales. Sin normas bien definidas, el riesgo de fallas estructurales aumenta, por lo que establecer prácticas específicas no solo busca mejorar el concreto, sino también fortalecer las edificaciones, asegurando que sean más resistentes y seguras.

Un aspecto igualmente importante es la optimización de recursos, tanto materiales como energéticos. La idea es que los productores puedan ser más eficientes económicamente, a la vez que se adopten prácticas más sostenibles que no solo favorezcan a los negocios, sino que también ayuden a cuidar el medio ambiente. Esto contribuirá a un desarrollo más responsable y equilibrado de la industria de la construcción en la región.

Por último, al establecer procesos estandarizados, se reducirán riesgos legales y financieros, lo que generará mayor confianza en la industria local. También es esencial la capacitación del personal, ya que mejorar sus habilidades no solo hará el trabajo más eficiente, sino que contribuirá a formar una fuerza laboral más calificada, capaz de enfrentar los desafíos de un sector de la construcción cada vez más exigente

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES**

Para poder realizar el estudio de este tipo de concreto es necesario encontrar información relevante relacionada al tema de investigación de lo cual destaca lo siguiente:

#### **2.1.1 Antecedente Internacionales**

**Tesis: Estudio de factibilidad de una empresa que comercializa una fórmula premezclada en seco para hacer concreto en bultos de cinco kilogramos**

Pacheco y Vargas llevaron a cabo un estudio con el objetivo de evaluar la viabilidad de comercializar bultos de material premezclado en seco para hacer concreto con una resistencia de  $f'c$  350 kilogramos/cm<sup>2</sup> (según la norma NMX-C-083-ONNCCE-2020), en presentaciones de 5 kg, para ofrecer un producto de fácil acceso en Cerro Azul, Veracruz. La metodología utilizada fue cuantitativa, empleando un diseño experimental comparativo a través de encuestas y demostraciones dirigidas a los interesados. Los resultados obtenidos indicaron que el 94% de los encuestados consideraba práctica la fórmula premezclada en seco, el 98% estaría dispuesto a recomendar el producto, el 89% opinaba que los principales compradores serían los propietarios de construcciones y el 99% sugería que el producto se vendiera en tiendas de autoservicio como Soriana, Ahurrera y Oxxo. Además, el 95% consideró que los bultos de 5 kg eran ideales para su transporte. Con base en estos resultados, se llegó a la conclusión de que la creación de la empresa es factible, ya que los encuestados mostraron disposición para comprar el material, recomendarlo y sugirieron canales de venta directa y en tiendas de autoservicio. Cabe precisar que, si bien este antecedente utilizó presentaciones de 5 kilogramos, en la presente investigación se toma como referencia únicamente la metodología de análisis de mercado y aceptación del producto; no se considera este mismo formato de empaque, ya que el enfoque de nuestra tesis es más amplio y dirigido a lineamientos de producción regional a escala industrial.

**Tesis: Propuesta para la elaboración de una mezcla predosificada y premezclada de mortero y concreto al vacío para la utilización en obra en el Municipio de Ocaña, Norte de Santander**

Guerrero & Prado (2017) tuvieron como objetivo analizar cómo se comporta la resistencia a la compresión en briquetas de concreto con diferentes resistencias (3500 PSI, 3000 PSI y 2500 PSI) tras el almacenamiento por 0, 30, 60 y 90 días. Para ello, aplicaron una metodología cuantitativa, de diseño experimental y un nivel explicativo. Se elaboraron 5 probetas para cada medición, lo que resultó en un total de 60 probetas, y se utilizaron fichas de registro de datos del laboratorio de tecnología del concreto para realizar las observaciones. Los resultados evidenciaron que la resistencia a la compresión no minorizó con el paso del tiempo, e incluso en algunos casos aumentó ligeramente a medida que transcurrían los días. Además, al comparar el concreto seco embolsado con el mortero convencional, se observó que el primero reducía significativamente el tiempo de trabajo y el costo de mano de obra. En conclusión, el estudio confirmó que la duración de almacenamiento no impacta negativamente la resistencia del concreto seco embolsado y, en algunos casos, su resistencia podría aumentar con el tiempo.

**Tesis: Cualidades mecánicas del concreto premezclados en seco - concreto rápido F'C=210 kg/cm<sup>2</sup> y comparativa en costos**

Morillas y Plasencia desarrollaron una indagación en Ecuador con el objetivo de analizar las cualidades mecánicas del concreto premezclado en seco. La metodología empleada incluyó pruebas de temperatura, contenido de aire, consistencia, resistencia a tracción y compresión diametral como por flexión. Los resultados de los ensayos, realizados a las edades de 3, 7 y 28 días, mostraron que las probetas alcanzaron valores superiores a 210 kg/cm<sup>2</sup> en compresión y más de 22.08 kg/cm<sup>2</sup> en tracción, lo que representó entre el 8% y el 15% de la resistencia a la compresión. Además, el módulo de rotura a 28 días, en los ensayos de tracción por flexión, alcanzó los 54.70 kg/cm<sup>2</sup>, lo que resultó mayor al de compresión diametral debido a una mayor dispersión. En conclusión, se determinó que el concreto premezclados en seco F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> viene a ser una opción viable y económica para la construcción civil, especialmente en situaciones en las que se necesita una alternativa al concreto convencional debido a la falta de algunos de sus componentes.

## 2.1.2 Antecedentes nacionales

### **Tesis: Automatización de una línea de envasado para concreto embolsado**

Machuca desarrolló un trabajo de investigación el cual tuvo como objetivo Proponer la incorporación de un sistema automatizado de envasado para optimizar el proceso actualmente realizado de forma manual en una empresa del sector construcción. Emplearon como metodología de tipo aplicada, diseño cuasiexperimental y enfoque cuantitativo; se lograron los siguientes resultados con la puesta en marcha del sistema de envasado automatizado, la empresa del rubro construcción logró disminuir los costos asociados a la mano de obra en un 40% mensual, gracias a la simplificación operativa, la reducción en los tiempos del proceso y la disminución del personal requerido. Asimismo, la productividad aumentó hasta en un 300% mensual, optimizando el tiempo de envasado del producto final. Además, se eliminó por completo la merma por pérdida de cemento, que en el proceso manual representaba aproximadamente 25 gramos por saco de 25 kg., Aunque la pérdida por saco parece mínima (0.1%), su eliminación se vuelve significativa en una línea de producción a gran escala, donde se embalan cientos o miles de sacos mensualmente, traducándose en un ahorro tangible de insumos, reducción de desperdicios y mejora en la precisión del producto terminado. Este resultado se atribuye al uso del sistema automático de sujeción mediante mordaza, que permitió sujetar eficientemente las bolsas durante el proceso. En conclusión, la implementación del sistema automatizado permitió a la empresa constructora disminuir los costos de mano de obra en un 40% mensual, evidenciando mejoras en los tiempos de operación y en la facilidad del manejo del proceso. Este antecedente resulta significativo para la presente investigación, ya que evidencia cómo la automatización en la producción y envasado de concreto seco embolsado puede incrementar la eficiencia operativa y fortalecer la competitividad en el sector industrial.

### **Tesis: Desarrollo de concreto en mezclas embolsadas y su impacto en la resistencia.**

Reymundo y Caller (2020) realizaron un estudio con el objetivo de optimizar las cualidades del concreto embolsado de las marcas UNICON y TOPEX, se ajustó la cantidad de agua por bolsa, buscando lograr una correcta trabajabilidad sin comprometer la resistencia a compresión. La investigación tuvo un enfoque experimental y consistió en la elaboración de probetas cilíndricas de 4" y 8" para

evaluar la resistencia a compresión a los 3, 7 y 28 días, así como la trabajabilidad de la mezcla través de su consistencia; para ello, se trabajó con dosis de agua diferentes: 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 y 5.5 l/ bolsa. Se obtuvo, en 28 días, una resistencia de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> empleando 4.99 l/bolsa y asentamiento 7.19” para UNICON y con 4.41 l/bolsa Se obtuvieron los siguientes resultados: para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, TOPEX alcanzó un asentamiento de 7.15”; mientras que para una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, UNICON presentó un asentamiento de 7.6” con 5.25 litros de agua por bolsa, y TOPEX alcanzó 8.1” con 4.85 litros. En el caso de una resistencia de 140 kg/cm<sup>2</sup>, UNICON alcanzó un asentamiento de 8” con 5.55 litros de agua, y TOPEX alcanzó 8.3” con 5.2 litros por bolsa. Se concluye que el incremento en la cantidad de agua mejora la trabajabilidad, aunque también genera una ligera segregación y reduce su resistencia a compresión, pero disminuyó la resistencia mecánica, evidenciando también una ligera segregación. Estos resultados son significativos, ya que permiten conocer la influencia de la relación agua-material embolsado en el desempeño del concreto premezclado seco, información técnica que contribuye a establecer lineamientos óptimos para la producción y uso eficiente del concreto embolsado seco, especialmente en contextos donde no se controla rigurosamente la cantidad de agua añadida en obra. Este antecedente es relevante puesto que proporciona datos experimentales sobre el desempeño del concreto embolsado en condiciones reales de aplicación, lo que refuerza la importancia de definir recomendaciones técnicas específicas para su producción, comercialización y uso correcto en la región central del Perú

**Tesis: Análisis comparativo de mortero embolsado vs tradicional para la elaboración de muros de albañilería, Lima.**

Reyes (2018) teniendo objetivo comparar las cualidades del mortero tradicional y el mortero embolsados para la construcción de muros. La metodología usada fue de tipo cuasi experimental de enfoque cuantitativo, realizando pruebas de compresión en pilas y adherencia al cizallamiento. En cuanto a los resultados, el mortero embolsado “TOPEX” mostró una mayor resistencia versus al tradicional, alcanzando a los 21 días 186 kg/cm<sup>2</sup>, lo que evidencia un 125% de la resistencia del mortero convencional, y a los 28 días aumentó a 203 kg/cm<sup>2</sup> (127% respecto al convencional). Por otro lado, el mortero “UNICON” a los 21 días alcanzó 115 kg/cm<sup>2</sup> (70% del convencional), pero a los 28 días superó el valor del mortero convencional con 180 kg/cm<sup>2</sup>. Además, en las

pruebas de adherencia al cizallamiento, el mortero “TOPEX” mostró un rendimiento un 35% superior al “UNICON”. Finalmente, la conclusión del estudio fue que, aunque ambos morteros embolsados demostraron ser más eficaces que el mortero convencional, la principal diferencia radica en que los morteros embolsados son fabricados bajo estándares de calidad más controlados, a su vez que los morteros convencionales puede ser inconsistente en el desarrollo de su elaboración.

**Tesis: Evaluación comparativa de resistencias y costo del concreto predosificada vs tradicional, Trujillo**

Flores (2020) realizaron un estudio el cual tuvo como objetivo principal fue comparar los costos y la resistencia a la compresión del concreto tradicional y el concreto seco predosificada, estos con resistencia diseñada de 210 kg/cm<sup>2</sup>, en la ciudad de Trujillo. La investigación de enfoque no experimental, de tipo transversal y descriptivo. Se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple para definir la cantidad de probetas cilíndricas sometidas a ensayos de compresión axial a los 7, 14 y 28 días de curado, mientras que para determinar el número de columnas sin refuerzo utilizadas en el análisis de rendimiento de mano de obra (que impacta en los costos), Los resultados indicaron que el concreto embolsado superó significativamente la resistencia esperada, alcanzando en promedio un 133 % de la resistencia objetivo. Asimismo, considerando los costos de materiales y mano de obra, se determinó que esta alternativa es aproximadamente un 21 % más económica que el concreto convencional.

**Tesis: Evaluación del concreto con aditivo Sika CEM plastificante en mezclas embolsadas con respecto a la resistencia del concreto, Huancayo**

Vivanco (2021) realizó un estudio con el objetivo la evaluación de las influencias del aditivo plastificante Sika CEM con respecto a las propiedades del concreto embolsado. El estudio de tipo aplicado, enfoque cuantitativo y diseño experimental. Se trabajó con 270 testigos cilíndricos, utilizando mezclas secas embolsadas de las marcas Topex y Unicon, las cuales ya están predosificada (cemento y agregados) y solo se necesita la incorporación de agua. En una primera etapa se definió la dosis óptima de agua por bolsa (4.125 litros) con respecto al asentamiento (4") y resistencia (210 kg/cm<sup>2</sup>). Luego se evaluaron distintas dosis del aditivo (25 a 250 ml por bolsa), midiendo el comportamiento del concreto tanto en estado fresco como endurecido (asentamiento,

exudación, tiempo de fraguado, resistencia a compresión, etc.). El estudio concluye que la aplicación de aditivos plastificantes mejora significativamente la trabajabilidad del concreto embolsado y puede elevar su resistencia a más de 330 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Este antecedente es relevante para la presente investigación, ya que proporciona información técnica útil sobre cómo la incorporación de aditivos puede influir positivamente en la calidad del concreto embolsado seco. Dichos resultados aportan elementos técnicos clave para definir lineamientos de producción que garanticen un producto eficiente, de alta calidad y competitividad en el mercado de la región central del Perú.

**Tesis: Evaluación comparativa del desempeño del concreto mezclado, dosificado y envasado en seco de F'c=280 Kg/Cm2, vs concreto tradicional**

Goicochea (2018) realizaron un estudio el cual tuvo el propósito del estudio fue realizar una comparación del desempeño de tipo mecánico del concreto seco dosificado, mezclado y envasado previamente, y el concreto convencional preparado directamente en obra, ambos con una resistencia de diseño de  $f'c = 28 \text{ kg/cm}^2$ . Se empleó el mismo diseño de mezcla para ambas variantes de concreto. La evaluación se centró en la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas curadas a 7, 14 y 28 días. Los resultados indicaron que el concreto premezclado alcanzó una resistencia de 175.34kg/cm<sup>2</sup> en 7 días, 231.15kg/cm<sup>2</sup> en 14 días y 310.01kg/cm<sup>2</sup> en 28 días. Por su parte, el concreto convencional mostró una resistencia de 195.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 250.25 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 325.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Aunque estos resultados podrían parecer contradictorios frente a otros estudios como el de Vivanco (2021), que reporta resistencias superiores utilizando aditivos, es importante señalar que el estudio de Goicochea no contempló la adición de aditivos plastificantes ni mejoras en el proceso de dosificación, por lo que el desempeño del concreto embolsado fue más limitado.

**Tesis: Evaluación comparativa del concreto f'c 210kg/ cm2 con aditivo Ecoandina Y Neoplast 8500 HP, Pucallpa,**

Roger y Katty (2022) realizaron un estudio el cual tuvo como finalidad realizar la evaluación comparativa del concreto de resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando los aditivos Ecoandina y Neoplast 8500 HP, en la ciudad de Pucallpa durante el año 2022. La metodología aplicada tuvo un enfoque cuantitativo, con un diseño descriptivo. La

población estuvo conformada por las probetas de concreto desarrolladas con ambos aditivos, y la muestra seleccionada correspondió igualmente a dichas probetas, empleadas para evaluar y comparar el desempeño del concreto en términos de sus cualidades físico-mecánicas, El análisis comparativo revela diferencias notables, en el diseño de mezcla, se observa que para el Neoplast QS se utiliza una relación a/c de 0.635, mientras que para el Ecoandina 1 LIVOG es de 0.586 y para el Ecoandina 2 Livog de 0.645. Además, la dispersión en la trabajabilidad de la concreta evidencia que el Neoplast QS tiene una puntuación de 7.75, el Ecoandina 1 LIVOG de 7.50 y el Ecoandina 2 Livog de 7.75. Respecto a la resistencia a la compresión, se nota un aumento significativo a 21 días con Ecoandina 1, alcanzando los 292.6kg/cm<sup>2</sup>. Concluye que la comparativa refleja que existe variaciones sustanciales. No obstante, es importante considerar que estas diferencias en las propiedades mecánicas pueden atribuirse, en parte, a la variación en la relación a/c, esta influye puntualmente en la resistencia y la trabajabilidad. Por lo tanto, aunque el estudio evidenció mejoras al emplear ciertos aditivos, la interpretación de los resultados debe realizarse considerando que el parámetro w/c no fue constante en todas las mezclas, lo que limita una comparación estrictamente objetiva del efecto de los aditivos. Este antecedente es relevante porque pone en evidencia la necesidad de estandarizar variables clave como la relación agua-cemento al momento de evaluar aditivos en el concreto embolsado seco.

**Tesis: Evaluación comparativa del desempeño mecánico de muros de albañilería entre el mortero convencional y mortero seco predosificado, Los Olivos.**

Sánchez (2020) realizó un estudio cuyo objetivo fue evaluar el desempeño mecánico de muros de albañilería construidos con mortero seco pre dosificado y mortero convencional, empleando pilas y muretes elaborados con ladrillos King Kong tipo A, bajo ensayos de compresión y adherencia en el laboratorio. El enfoque cuantitativo, de nivel correlacional y diseño cuasiexperimental, utilizando 25 muestras. Los resultados mostraron que el mortero seco pre dosificado presentó un mayor desempeño en función a la adherencia y resistencia a compresión diagonal, superando al mortero convencional, que no alcanzó los valores esperados. Estos resultados evidencian que los productos pre dosificados ofrecen una mayor uniformidad, control de calidad y desempeño mecánico consistente, factores clave en el rendimiento estructural. Aunque

el estudio se centró en morteros y no en concreto, este antecedente resulta relevante para la presente investigación, ya que demuestra las ventajas que conlleva el uso de materiales secos pre dosificados embolsados en términos de homogeneidad, precisión en la dosificación y calidad controlada en fábrica, características que también se aplican al concreto embolsado seco, objeto de nuestro estudio comparativo.

**Tesis: Cualidades de tipo mecánico del concreto premezclado en seco “Concreto rápido”  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

Morillas y Plasencia (2018) cuyo objetivo fue evidenciar las cualidades de tipo mecánico del concreto premezclado en seco con resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , así como el análisis de costos frente al concreto tradicional, especialmente en contextos de difícil acceso o desabastecimiento de agregados. La metodología fue de tipo experimental, con ensayos realizados en probetas cilíndricas y prismáticas, evaluando propiedades a los 3, 7 y 28 días, bajo normativas técnicas vigentes. Los resultados exhibieron que el concreto embolsado en seco puede resultar económicamente más viable cuando se adquiere en grandes cantidades, reduciendo el costo unitario hasta en un 50%. No obstante, su presentación embolsada y facilidad de manipulación lo hacen más práctico y eficiente para obras de pequeña escala, como reparaciones de veredas o estructuras temporales, donde se valora la rapidez de aplicación y la facilidad de transporte. Finalmente, se concluyó que este tipo de concreto es una alternativa útil para intervenciones rápidas o en zonas alejadas, aunque su uso en obras de mayor envergadura debe evaluarse cuidadosamente, ya que factores como la temperatura ( $22 \text{ }^\circ\text{C}$  en la zona de estudio) y el contenido de aire pueden afectar su proceso de fraguado y rendimiento estructural.

## 2.2 BASES TEORICAS

### 2.2.1 Concreto

Como objeto de estudio en la presente tesis, es necesario poder conceptualizarlo, así como los factores que afectan su desarrollo y las propiedades de este mismo. El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire agua y aditivos en las proporciones adecuadas para obtener resultados específicos en los diferentes estados del concreto principalmente para una mejor trabajabilidad y resistencia.

#### 2.2.1.1 Componentes del Concreto

##### 1. Cemento Portland

Es un material de carácter hidráulico que se obtiene por medio del molido del Clinker junto con yeso. El Clinker, por su parte, se produce a partir de la calcinación y fusión parcial de materias primas de alto contenido calizo, combinadas con compuestos como sílice, alúmina y aditivos correctores, entre los cuales destaca el mineral de hierro.

##### a. Clasificación del Cemento Portland

Es posible producir diversos tipos de cemento ajustando su composición química, con el objetivo de cumplir con requerimientos físicos y químicos específicos según las condiciones particulares de uso. A partir de estas variaciones, los cementos se pueden clasificar en distintas categorías:

- **Cemento Portland tipo I:** Es el más utilizado para construcciones de concreto en general, especialmente cuando no se requiere ninguna condición especial.
- **Cemento Portland tipo I-M:** También se emplea en obras comunes, aunque puede alcanzar resistencias mayores que el Tipo I
- **Cemento Portland tipo II:** Está diseñado para estructuras expuestas a sulfatos y donde se necesita un calor de hidratación moderado.
- **Cemento Portland tipo III:** Ideal cuando se requieren resistencias elevadas en los primeros días de curado.
- **Cemento Portland tipo IV:** Se utiliza cuando es necesario limitar el calor de hidratación, por ejemplo, en grandes estructuras masivas.

- **Cemento Portland tipo V:** Especialmente formulado para ofrecer alta resistencia frente a ambientes con alto contenido de sulfatos.
- **Cementos adicionados:** Estos están compuestos de Clinker, yeso y adiciones minerales en distintas proporciones. Estas adiciones pueden variar entre puzolanas, fillers y escorias de alto horno, que añaden características especiales al concreto.

#### **b. Propiedades químicas del Cemento**

Para la fabricación del Clinker, se requieren materias primas que contengan elementos como calcio (Ca), silicio (Si), aluminio (Al) y hierro (Fe), los cuales están presentes en forma de óxidos: óxido de calcio (CaO), dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Cada uno de estos compuestos contribuye con propiedades específicas al cemento, las cuales se detallan a continuación.

- **Alita:** Esta fase está compuesta por silicato tricálcico y representa entre el 50 % y 70 % del Clinker. Se caracteriza por liberar un elevado calor de hidratación, siendo la principal responsable del inicio del fraguado y del desarrollo de las resistencias tempranas del cemento.
- **Belita:** Formada por silicato dicálcico, representa del 15 % al 30 % del Clinker. A diferencia de la alita, produce un menor calor de hidratación y su proceso de hidratación y endurecimiento es más lento, contribuyendo principalmente a las resistencias del concreto después de los 7 días.
- **Celita:** Esta fase, conformada principalmente por aluminato tricálcico, genera un alto calor de hidratación y corresponde al 5 % a 10 % de la composición del Clinker.

El tipo de cemento que se usará en esta tesis es el Cemento Andino Tipo I el cual tiene la siguiente composición expuesta en la Tabla N° 01:

**Tabla 1***Componentes Químicos del cemento*

Compuesto	N° CAS	% en Peso	FQ
Silicato Tricálcico	12168- 85-30	máx.62%	3CaO SiO <sub>2</sub>
Silicato Dicálcico	10034- 77-20	máx.24%	2CaO SiO <sub>2</sub>
Aluminato Tricálcico	12042- 78-30	máx.12%	3CaO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ferro aluminato tetra cálcico	12068- 35-80	máx.15%	4CaO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Yeso	13397- 24-50	máx.6%	CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O
Caliza	1317- 65-30	máx.5%	CaCO <sub>3</sub>

Fuente: (UNACEM, 2019)

**c. Propiedades físicas y mecánicas del Cemento**

El cemento presenta diversas cualidades físico y mecánicas, entre las cuales se destacan las siguientes características:

- **Consistencia Normal:**

La consistencia normal se refiere al nivel de fluidez que alcanza la pasta de cemento cuando presenta condiciones ideales para su hidratación. Esta característica se expresa como un porcentaje que resulta de la relación entre la cantidad de agua y el peso del cemento utilizado.

**Ecuación 1.***Consistencia del concreto*

$$\%Consistencia = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del cemento}}$$

Los porcentajes habituales de consistencia normal varían entre el 24% y el 32%. Aunque este parámetro no evalúa directamente la calidad del

cemento, sí es útil para determinar el tiempo de fraguado y la resistencia mecánica del material.

- **Fraguado:**

Se entiende como el proceso por medio del cual una mezcla pasa de ser fluida a volverse sólida. Al combinar el cemento con agua, se constituye una pasta inicialmente blanda que luego endurece., ésta se va condensando gradualmente hasta formar una masa sólida. Esta etapa va de la mano con variaciones de temperaturas en la pasta del cemento; un rápido incremento de las temperaturas que corresponden a los fraguados iniciales desarrollado desde la incorporación de agua hasta lograr el estado plástico (pasta semidura).

- **Finura del cemento**

Se refiere al tamaño o medida de los elementos que forman el cemento, y se expresa en  $\text{cm}^2/\text{gr}$ , también conocida como superficie específica o área de contacto. Esta característica influye directamente en el proceso de hidratación, pues a mayor superficie de contacto, el cemento fragua más rápido y de manera más eficiente. La finura indica la cantidad de área disponible para reaccionar con el agua en una masa dada de cemento. Cuanto más fino sea el cemento, mayor será la rapidez del contacto con el agua. En este trabajo, la finura del cemento se determinó utilizando el tamiz número 200.

**Ecuación 2.**

*Peso específico*

$$\text{Peso Específico} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

El peso específico del cemento generalmente se encuentra entre 3.1 y 3.15 gramos por centímetro cúbico. Este valor no determina la calidad del cemento, sino que se utiliza principalmente para diseñar la mezcla. Cuando la densidad absoluta es baja, suele indicar una menor cantidad de Clinker y una mayor proporción de yeso en el cemento.

## 2. Agregados

Los agregados, o también llamados áridos, son componentes inertes que se combinan con materiales aglomerantes como el cemento o la cal, además del agua, para formar mezclas como el concreto y el mortero. Estas constituyen un aproximado  $\frac{3}{4}$  del volumen total, por lo que su calidad resulta fundamental para el desempeño del producto final.

### a. Clasificación según el tamaño

Esta es de acuerdo el tamaño puede variar desde fracciones de mm hasta cm. Según una clasificación unificada los suelos pueden ser:

- **Suelos finos:** material de tamaño  $<$  a 0.074 mm o más conocido como a Tamiz Nro. 200.
- **Suelos Gruesos:** material de tamaño  $\geq$  a 0.074 mm o Tamiz Nro. 200.

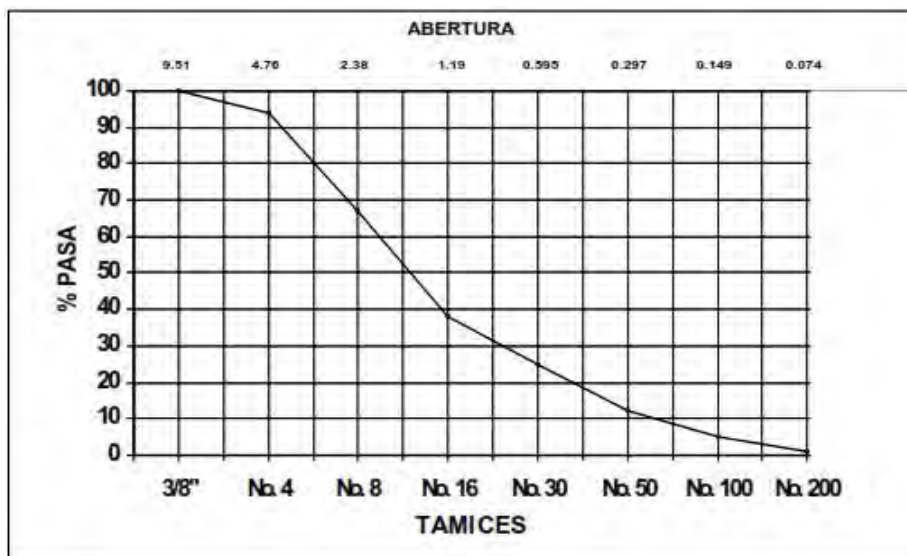
Para el desarrollo de concretos y morteros se limita a la aplicación de agregado fino. Los elementos de tamaño menor a 4.76 mm y mayor al tamiz Nro. 200 son llamadas “agregado fino”. Las partículas mayores al tamiz Nro. 4 don comúnmente llamadas “agregado grueso”.

### b. Análisis granulométrico

En motivo a las dificultades de medición directa el volumen de partículas de distintos tamaños, se emplean tamices con mallas de apertura conocida para clasificar las partículas. Se pesan los materiales retenidos en cada tamiz y se calcula su porcentaje respecto al peso total. Este procedimiento se conoce como análisis granulométrico, que consiste en representar numéricamente la distribución volumétrica de las partículas de acuerdo con su tamaño. Los resultados se grafican en una escala semilogarítmica que muestra la distribución acumulada (ver Figura N° 01). La serie de tamices utilizados sigue la norma ASTM, abarcando desde tamices de 3 pulgadas hasta la malla número 200.

**Figura 1**

*Granulometría*



Fuente: (Rivera L.)

**c. Curva granulométrica**

Para un mayor entendimiento y contextualizarían de los logros se representa gráficamente la granulometría a estudio. El nombre de este gráfico es la curva granulométrica, en esta se evidencia comúnmente sobre el eje de las ordenadas, el porcentaje que pasa en escala aritmética y en las abscisas la abertura de los tamices en escala logarítmica.

**Tabla 2**

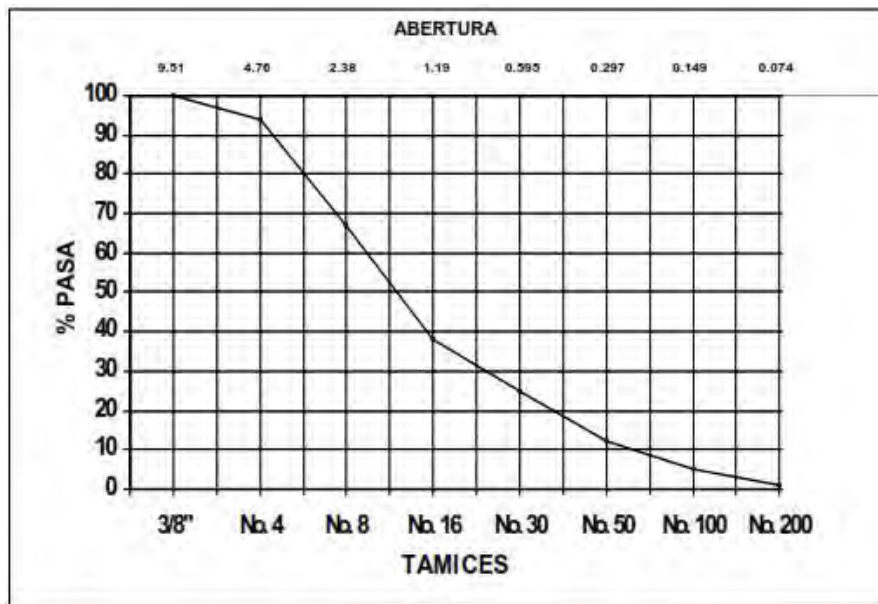
*Granulometría*

TAMIZ mm - pulg.	MASA RETENIDA g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
9,51 - 3/8"	0	0	0	100
4,76 - No. 4	127,8	6	6	94
2,38 - No. 8	575,1	27	33	67
1,19 - No. 16	617,7	29	62	38
0,595 - No. 30	277,0	13	75	25
0,297 - No. 50	276,8	13	88	12
0,149 - No. 100	149,1	7	95	5
0,074 - No. 200	85,2	4	99	1
Fondo	21,3	1	100	0
<b>TOTAL</b>	<b>2130</b>	<b>100</b>	---	---

Fuente: (Rivera L.)

**Figura 2**

*Granulometría*



Fuente: (Rivera L.)

**d. Módulo de finura**

Es un factor que permite estimar la finura del material. Este presenta una clasificación:

**Tabla 3**

*Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura*

<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
Máyor que 2.00	Muy fino a extrafino
1.00 - 2.00	fino
1.50 - 2.00	Ligeramente fino
2.00 - 2.50	Mediano
2.50 - 3.00	Ligeramente grueso
3.00 - 3.50	Grueso
Máyor que 3.50	Muy grueso o extra grueso

Fuente: (Rivera L.)

## 2.2.2 Concreto embolsado seco

Es una mezcla predosificado de piedra arena gruesa cemento Portland y aditivos, mezclados previamente para que al momento de su uso solo se deba mezclar con la cantidad requerida de agua de acuerdo con las condiciones que necesite el constructor. El Mercado peruano ya tiene dos principales marcas de este tipo de concreto que son empleadas en la zona costera del Perú.

El concreto embolsado seco es una variante del concreto premezclado que se presenta en forma de bolsas selladas. Este material combina los ingredientes básicos del concreto, como cemento, agregados y aditivos, en una proporción específica y seco, eliminando la necesidad de mezclar agua en el sitio de trabajo.

### 2.2.2.1 Componentes del concreto embolsado en seco

Los conformantes para el desarrollo son los mismos para el desarrollo de concreto premezclado a diferencia de la falta de agua que está irá variando de acuerdo con las características que el empleador requiera al momento de su uso.

#### a. Cemento Portland.

Es un aglomerante con afinidad por el agua, obtenido mediante la calcinación de rocas calizas, arcillas y areniscas, que, al ser molido finamente y mezclado con agua, endurece y adquiere propiedades de resistencia y adherencia.

#### b. Agregados.

Estos están compuestos por el tamaño máximo del agregado grueso 3/8", arena gruesa. Es de suma importancia agregar que estos agregados están libres de humedad.

#### c. Aditivos.

Se plantea el uso de plastificante y superplastificante como aditivo para poder generar un ahorro de cemento y un mayor tiempo de trabajabilidad que es necesario en obra.

#### d. Envase

La forma en que se unen estos productos depende de la cantidad que contengan y generalmente consiste en dos capas de papel grueso. La calidad del papel está directamente relacionada con las características

propias de las fibras utilizadas en su fabricación. La bolsa de papel cumple con los requerimientos necesarios para los procesos de producción, envasado y almacenamiento.

### **2.2.3 Procesos de producción de concreto embolsado seco**

#### **2.2.3.1 Lineamientos específicos para garantizar la producción homogénea de agregados:**

**Control de Dosificación:** Utilizar equipos de dosificación automática y sistemas computarizados para medir con precisión los componentes básicos, como el cemento, agregados y aditivos. Estos sistemas deben estar calibrados correctamente y ajustados según los lineamientos específicos para asegurar proporciones exactas en cada mezcla.

**Monitoreo de Mezcla:** Implementar técnicas de control de calidad durante el proceso de mezcla para asegurar una distribución uniforme de los materiales. Esto incluye la supervisión constante de la velocidad y duración del proceso de mezclado, así como la revisión visual para detectar posibles segregaciones o variaciones en la consistencia de la mezcla.

**Uso de Tecnologías Avanzadas:** Emplear mezcladoras de alta eficiencia y tecnologías avanzadas que permitan una homogeneización efectiva de los agregados. Estos equipos deben cumplir con los estándares y especificaciones establecidos en los lineamientos, garantizando una mezcla uniforme en cortos períodos de tiempo.

**Muestreo y Pruebas de Calidad:** Realizar muestreos periódicos de la mezcla producida y someterla a pruebas de calidad, como análisis de resistencia y durabilidad. Estas pruebas deben seguir los protocolos establecidos en los lineamientos para verificar la homogeneidad de los agregados y la calidad del concreto embolsado seco.

**Capacitación del Personal:** Capacitar al personal involucrado en el proceso de producción sobre los lineamientos específicos y las técnicas para garantizar la homogeneidad de los agregados. Esto incluye el correcto manejo de equipos, la interpretación de resultados de pruebas y la aplicación de medidas correctivas en caso de desviaciones.

### **2.2.3.2 Descripción detallada de los métodos actuales de producción:**

La producción de concreto embolsado seco implica una serie de procesos precisos para garantizar la calidad y la consistencia del producto final. En la región central del Perú, los métodos actuales de producción pueden incluir:

Dosificación precisa de ingredientes: Se lleva a cabo una cuidadosa medición de los componentes básicos, como el cemento, agregados y aditivos, utilizando equipos de dosificación automatizados para garantizar proporciones exactas.

Mezcla homogénea: Los ingredientes dosificados se mezclan de manera homogénea en un equipo especializado. La uniformidad de la mezcla es crucial para asegurar la calidad del concreto embolsado seco.

Embolso y sellado: La mezcla se transporta y em bolsas selladas, asegurando la protección contra la humedad y otros factores que podrían afectar la calidad del producto durante el almacenamiento y transporte.

### **2.2.4 Capacitación del personal en la producción de concreto**

#### **2.2.4.1 Importancia de la capacitación en la industria del concreto:**

La capacitación del personal involucrado en la producción de concreto embolsado seco es un componente crucial para garantizar la calidad y consistencia del producto final. Esta sección explorará la importancia de la capacitación en la industria del concreto, destacando cómo un personal capacitado contribuye directamente a la eficiencia operativa, la reducción de errores y la mejora general de los estándares de calidad.

#### **2.2.4.2 Programas de capacitación existentes en la región y su impacto:**

Se llevará a cabo un análisis detallado de los programas de capacitación actualmente disponibles en la región central del Perú para el personal involucrado en la producción de concreto. Esto incluirá la revisión de cursos, talleres o certificaciones relacionadas con las prácticas específicas de la producción de concreto embolsado seco. Además, se evaluará el impacto de estos programas en términos de mejora en las habilidades y conocimientos del personal, así como en la calidad del producto final.

### **2.2.4.3 Necesidades de capacitación específicas para la producción de concreto embolsado seco:**

Esta sección identificará de manera precisa las necesidades de capacitación específicas para el personal que forman parte en las producciones de concreto embolsado seco. Esto podría incluir habilidades técnicas relacionadas con el manejo de equipos especializados, la comprensión de las cualidades del concreto embolsado seco y la aplicación de prácticas recomendadas. Al identificar estas necesidades, se podrán diseñar programas de capacitación específicos que aborden los desafíos únicos asociados con la producción de esta variante de concreto.

### **2.2.5 Características mecánicas del concreto**

Se presentarán las características del concreto en su estado fluido y sólido que se tomarán en cuenta para la realización de la tesis.

#### **2.2.5.1 Características en estado fresco**

Se mostrará las pruebas que se realizan al momento de que el concreto se encuentra en estado fresco, para poder calcular su trabajabilidad en obra.

##### **A. Consistencia.**

Es la capacidad del concreto fresco para adaptarse a la forma del molde o encofrado llenando completamente los espacios vacíos. Esta característica está influenciada por la cantidad de agua en la mezcla, el tamaño máximo del agregado, la forma de los áridos y su distribución granulométrica.

##### **B. Temperatura.**

Las mediciones de temperatura de los concretos en estado fresco es primordial garantizar que cumplan los requisitos establecidos. Esta práctica se utiliza para controlar la temperatura de las mezclas de concreto en estado fresco y verificar que esté dentro de los límites especificados. Los parámetros por seguir para esta verificación se encuentran definidos en la norma NTP 339.114 CONCRETO, estas se detallan en la Tabla N° 04.

**Tabla 4***Criterio de aceptación de temperatura del concreto*

Tamaño de la sección mm	Temperatura máxima °C
< 300	15
300 - 900	10
900 - 1200	7
> 1200	5

No debe exceder de 22 °C en ningún instante durante su producción o transporte.

Fuente: (NTP 339.114, 2012)

**C. Densidad (Peso Específico) Y Rendimiento.**

La densidad del concreto se define como la relación entre la masa de un material y el volumen que ocupa. El peso unitario calculado en un diseño teórico depende de la precisión con la que se conozcan las propiedades físicas de los componentes; por ello, suele existir una diferencia entre el valor teórico y el real, la cual se expresa como la razón entre el peso teórico y el peso práctico.

Por lo tanto, se considera que el rendimiento del concreto es aceptable cuando se encuentra dentro del rango de 0.98 a 1.02. Si el valor se mantiene dentro de este intervalo, no será necesario realizar ajustes en las proporciones de los materiales. En caso contrario, se deberán recalcular las cantidades mediante una regla de tres hasta alcanzar un valor estable. están calculadas para obtener un metro cúbico (1 m<sup>3</sup>) de concreto. Si el rendimiento es menor que 1, significa que el diseño real produce menos volumen del esperado, lo que implica que se está usando más cemento por metro cúbico del previsto. Por otro lado, un rendimiento mayor que 1 indica que el diseño rinde más de un metro cúbico con la cantidad de cemento establecida.

## **D. Contenido De Aire.**

El contenido de aire en el concreto fresco se determina principalmente mediante el método de presión, que es el más comúnmente empleado, especialmente en concretos que contienen agregados densos o semidensos. Medir el aire incorporado es fundamental cuando se usan aditivos incorporadores de aire, ya que ayudan a proteger el concreto contra los daños causados por los ciclos de congelación y descongelación.

### **2.2.6 Economía del concreto**

La economía en el diseño de una mezcla de concreto se logra al identificar la combinación óptima de agregados, agua, cemento y, si es necesario, aditivos, de forma que se utilice la menor cantidad posible de pasta por metro cúbico. Esta mezcla debe cumplir con los requisitos técnicos de trabajabilidad, resistencia y durabilidad exigidos por la estructura en cuestión.

Variando las proporciones de mezcla y escogiendo los materiales más apropiados, es posible obtener la más económica entre varias que cumplan igualmente con los requisitos de manejabilidad, resistencia y durabilidad necesarios para el tipo de obra que se utilice.

#### **2.2.6.1 Factores que influyen la economía**

##### **❖ Gradación, forma y textura superficial de los agregados.**

Los agregados que presentan una mala gradación, así como aquellos con partículas alargadas, aplanadas, ásperas, rugosas o angulares, requieren una mayor cantidad de pasta de cemento para su correcta mezcla, lo que resulta en un uso menos económico del material.

##### **❖ Fluidéz de la pasta**

Mientras más fluida sea la pasta, mayor será su trabajabilidad; sin embargo, para mantener dicha fluidéz sin aumentar el contenido de agua o cemento, es común utilizar aditivos plastificantes. Esto permite optimizar el uso de materiales y hacer la mezcla más económica. Deberá utilizarse la mayor relación agua/cemento que no sea perjudicial para las cualidades del concreto fraguado, o sea que logren los estándares de resistencia y durabilidad.

❖ **Tamaño máximo del agregado grueso**

Al dividir la resistencia del concreto entre la cantidad de cemento utilizada, se obtiene un indicador que refleja la eficiencia del cemento en la mezcla.

**Ecuación 3.**

*Porcentaje de Eficiencia*

$$Eficiencia = \frac{Resistencia\ a\ la\ compresión\ \left(\frac{kg}{cm^2}\right)}{contenido\ de\ cemento\ \left(\frac{kg}{m^3\ de\ mezcla}\right)}$$

Por lo tanto, una alta eficiencia implica alcanzar la máxima resistencia a compresión con la menor cantidad posible de cemento. En concretos de alta resistencia (superior a 300 kg/cm<sup>2</sup>), a medida que aumenta la resistencia requerida, el tamaño máximo del agregado debe ser más pequeño para optimizar la eficiencia. Para cada nivel de resistencia, existe un rango limitado de tamaños máximos de agregado, fuera del cual será necesario incrementar el contenido de cemento.

En concretos de resistencia intermedia (entre 175 y 300 kg/cm<sup>2</sup>), se dispone de un rango más amplio de tamaños máximos de agregado (desde ¾" hasta 3") que permiten mantener una resistencia determinada con una cantidad mínima de cemento, logrando así una eficiencia óptima.

En concretos de baja resistencia (menor a 175 kg/cm<sup>2</sup>), a mayor tamaño máximo del agregado, puede requerirse una menor cantidad de cemento para alcanzar la resistencia deseada, lo que permite una mezcla más eficiente en términos de costo.

Para este caso de estudio servirá para el diseño de mezclas de concreto masivo.

❖ **Porcentaje de arena en el agregado total**

El porcentaje de arena se puede representar en volumen o masa.

**Ecuación 4.**

*Porcentaje de arena (Volumen)*

$$Porcentaje\ de\ arena = \frac{Volumen\ absoluto\ del\ agregado\ fino}{Volumen\ absoluto\ total\ de\ agregados}$$

## **Ecuación 5.**

*Porcentaje de arena (Masa)*

$$\text{Porcentaje de arena} = \frac{\text{Masa seca del agregado fino}}{\text{Masa seca total de agregados}}$$

Para una mezcla con ciertos agregados específicos, existe un porcentaje ideal de arena que permite usar la menor cantidad necesaria de cemento para lograr una consistencia adecuada, basada en la relación agua/cemento de la pasta. Si el porcentaje de arena supera este valor óptimo, será necesario aumentar la cantidad de pasta para lubricar la mayor superficie de partículas de arena. Por el contrario, si el porcentaje es menor al óptimo, la mezcla resultará más áspera debido al exceso de agregado grueso, a menos que se aumente la cantidad de pasta de cemento (Neville & Brooks, 2013).

### **2.2.7 Impacto ambiental**

#### **2.2.7.1 Alternativas sostenibles y prácticas respetuosas con el medio ambiente:**

Se explorarán alternativas sostenibles y prácticas respetuosas con el medio ambiente que puedan ser implementadas en la producción de concreto embolsado seco. Esto podría incluir la incorporación de materiales reciclados, métodos de producción más eficientes en términos de energía y estrategias para reducir el desperdicio de materiales. La revisión se centrará en identificar opciones que equilibren la viabilidad económica con la responsabilidad ambiental.

#### **2.2.7.2 Políticas y regulaciones ambientales relevantes:**

Las políticas y regulaciones ambientales vigentes en la región central del Perú intervienen en la producción de concreto embolsado seco. Esto podría incluir requisitos para la gestión de residuos, normativas sobre emisiones y cualquier legislación específica relacionada con la sostenibilidad en la industria de la construcción. Se destacarán las áreas donde se puede mejorar el cumplimiento ambiental, incluyendo el establecimiento de límites de emisión, y se propondrán medidas concretas para garantizar el cumplimiento de estos límites y promover prácticas más sostenibles.

### CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se mostrará el proceso para tomar la dosificación correcta del concreto embolsado seco que sea conveniente tanto para el consumidor como el productor.

#### 3.1 Muestra

El estudio de investigación se realizó en el Departamento de Junín en la Provincia de Huancayo, Jauja, Concepción y Chupaca en la cual se analizó las características del concreto.

La extracción de los agregados se hizo desde la provincia de Chupaca en el distrito de Huamancaca Chico.

**Figura 3**

*Mapa de Junín y sus Distritos*



*Nota. SEACE*

**Figura 4**

*Provincia de Chupaca y sus distritos*



*Nota. SEACE*

### 3.2 Recolección de Materiales

Se detallará los materiales necesarios para la producción del concreto.

#### 3.2.1 Cemento

Se empleó cemento SOL Tipo I, este cemento cumple los requerimientos normativos ASTM C150.

#### Figura 5

*Cemento*



Nota. Se aprecia la imagen de una bolsa comercial del cemento empleado; Fuente: Ficha técnica Cemento Sol; Obtenido de [https://www.cementosol.com.pe/img/Ficha\\_Cemento\\_Sol.pdf](https://www.cementosol.com.pe/img/Ficha_Cemento_Sol.pdf)

#### 3.2.2 Agua

Cumple en cuanto a su idoneidad química y contenido de residuos orgánicos según lo establecido en la normatividad NTP 339.088.2006 “HORMIGON (CONCRETO), Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland” y ASTM C1602/1602M “Standard Specification for Mixing Water Used in the production of Hydraulic Cement Concrete”.

#### 3.2.3 Agregado fino y grueso

Para las mezclas realizadas se utilizó agregados proporcionando por mismo personal de laboratorio y utilizado para la misma planta concretera.

- **Arena gruesa:** Procedente de la cantera Huamancaca Chico
- **Piedra HUSO #67:** Procedente de la cantera Huamancaca Chico

Las características de los agregados se ajustan a las especificaciones técnicas de concreto que hace referencia a la normativa ASTM C33 – Especificación Normalizada de Agregados para Concreto.

**Figura 6**

*Agregado Grueso*



*Nota.* En la imagen se observan los agregados gruesos seleccionados para la producción de concreto embolsado seco. Estos agregados, cumplen un rol esencial en el desarrollo de la resistencia, durabilidad y estabilidad del concreto. Su selección y procesamiento son fundamentales, ya que propiedades como la granulometría, la resistencia al desgaste, la forma y la limpieza influyen directamente en las características finales del concreto, como la resistencia a la compresión.

**Figura 7**

*Agregado Fino*



*Nota.* En la imagen se observan los agregados finos empleados en la producción de concreto embolsado seco, los cuales incluyen materiales como arena natural, que pasan

a través de un tamiz fino de malla estándar. Estos agregados son cruciales en la mezcla de concreto, ya que llenan los espacios entre los agregados gruesos y contribuyen a la trabajabilidad y cohesión de la mezcla. La calidad de los agregados finos y sus características como granulometría, limpieza y ausencia de impurezas es esencial para evitar problemas de segregación y garantizar una resistencia uniforme del concreto

#### **3.2.4 Aditivo**

- **ECOANDINA ECO PV 09:**

Es un superplastificante reductor de agua, diseñado especialmente para concretos y morteros de alta exigencia, su uso es para la fabricación de concreto premezclado. Reduce  $\geq 25\%$  de agua, el producto se puede utilizar las condiciones climáticas de costa, sierra y selva. Este proporciona una buena manipulación en la mezcla elaboradas y elimina la formación de cangrejas. Reduce costos en la elaboración del concreto bajando considerablemente el consumo de cemento. Este aditivo es tipo F según la ASTM C494 y ASTM C-1017. Cumple requisitos y especificaciones de norma SIA 162 (1989) y EN 942-2.

Inicialmente se realizó una dosificación de 0.5% del peso del cemento, en la cual se observó segregación del concreto. Posteriormente, con una dosificación ligeramente mayor, de 0.55%, se obtuvo una mezcla más estable y homogénea, lo cual sugiere que la dosificación inicial pudo no haber sido la óptima en relación con las condiciones de mezcla o tipo de cemento. A partir de este valor, se realizaron nuevas pruebas dentro del mismo rango, optimizando el comportamiento del concreto Se adjunta en el Anexo N° 02 las especificaciones técnicas.

### **3.3 Análisis y preparación de materiales**

Para poder tener un buen resultado de laboratorio, se tiene que hacer un estudio previo de los materiales a utilizar y determinar si cumplen con sus normas establecidas o si es necesario un tratamiento previo para un buen uso.

#### **3.3.1 Análisis granulométrico y químico de los agregados**

- **Análisis granulométrico - ASTM C33:**

Se recolecta una muestra representativa del agregado, de acuerdo con el procedimiento de muestreo. Se seca la muestra en horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  hasta peso constante y se deja enfriar a temperatura ambiente antes de proceder al ensayo.

Se registra el peso seco total de la muestra con una precisión de 0.1%, Se seleccionan los tamices requeridos para el análisis, de acuerdo con la especificación ASTM C33 para el tipo de agregado (fino o grueso). Los tamices típicos son: 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200. Se vierte cuidadosamente la muestra sobre el tamiz superior del juego de tamices previamente apilados en orden decreciente de tamaño de apertura. Se somete el conjunto de tamices y muestra a un movimiento mecánico o manual durante un tiempo suficiente (entre 10 y 15 minutos) para permitir una separación adecuada de las partículas a través de las aberturas.

Se retira cada tamiz y se pesa el material retenido en cada uno de ellos. También se pesa el material que pasa el tamiz más fino (fondo). Se calcula el porcentaje retenido en cada tamiz dividiendo el peso retenido en cada tamiz por el peso total de la muestra y multiplicando por 100. Se determina el porcentaje acumulado retenido sumando los porcentajes retenidos de cada tamiz desde el más grande hasta el más pequeño. El porcentaje que pasa cada tamiz se obtiene restando el porcentaje acumulado retenido al 100%.

### **Figura 8**

*Análisis Granulométrico - Agregado Grueso - ASTM C33*



*Nota.* En la figura se observa el desarrollo del análisis granulométrico de los agregados gruesos empleados en la mezcla de concreto, realizado conforme a la normativa ASTM C33. Este análisis es fundamental para determinar la distribución de tamaños de las

partículas en los agregados, un aspecto clave que influye en la densidad, trabajabilidad y resistencia del concreto.

### **Figura 9**

*Análisis Granulométrico - Agregado fino - ASTM C33*



Nota. En la figura se presenta el desarrollo del análisis granulométrico para agregados finos, realizado conforme a la normativa ASTM C33. Este procedimiento permite evaluar la distribución de tamaños de las partículas en el agregado fino, como la arena, asegurando que cumpla con los requisitos para producir concreto de calidad.

- **Análisis químico:**

Se realizó un análisis químico de los agregados finos y del agua en uso para los ensayos. El procedimiento para el análisis químico desarrollado a los agregados comienza con la recolección de muestras representativas de los materiales a evaluar, asegurando que se tome una cantidad adecuada que refleje las características del suministro total. Las muestras se secan y se preparan mediante tamizado para separar los diferentes tamaños de partículas, garantizando que solo se utilicen los agregados de interés para el análisis. Posteriormente, se realiza la disolución de los agregados en soluciones específicas, dependiendo de los compuestos que se deseen analizar, como ácidos o bases, utilizando técnicas como la digestión ácida.

### 3.4 Evaluación de dosificación

#### 3.4.1 Elección de relación agua-cemento y aditivo

Se optó por realizar los ensayos primero sin adición de aditivo hasta encontrar la relación que pueda proyectar un diseño óptimo. Y se diseñó la curva patrón.

**Tabla 5**

*Relación agua cemento*

Aditivo		CURVA PATRÓN			
Dosis		0	0.00%	0.00%	0.00%
Relación a / c	-	0.5	0.6	0.7	0.8
Temp. Ambiente	°C	17.3	17.3	17.3	18.5
Temp. Concreto	°C	19.6	20.5	20.3	18.6
P.U. Teórico	Kg/m3	2309	2297.8	2290.9	2282.4
P.U. Real	Kg/m3	2370	2350	2330	2300
Rendimiento		1.03	1.02	1.02	1.01
% de Aire	%	1.5	4.8	4.5	4.7
Slump Inicial (0:00horas)	Pulgadas	3	6 1/2"	8"	5 1/2"

*Nota. Elaboración Propia*

**Tabla 6**

*Relación agua cemento*

Concreto f'c 210 kg/cm2 a 28 días					
Parámetro	Unidad	CURVA PATRÓN			
		0.5	0.6	0.7	0.8
ECO PV 09	Dosis	0	0.00%	0.00%	0.00%
	Kg				

f <sub>c</sub>	Kg/cm <sup>2</sup>	210	210	210	210
Cemento Andino Tipo I	Kg/m <sup>3</sup>	<b>388</b>	<b>323</b>	<b>277</b>	<b>243</b>
Agua	Lt	194	194	194	194
Arena	Kg/m <sup>3</sup>	926	955	976	989
Humedad Arena	%	1.01	1.01	1.01	0.5
Piedra Huso 67	Kg/m <sup>3</sup>	801	826	844	856
Humedad Piedra	%	0.1	0.1	0.1	0.1
Incidencia (Arena/Piedra)	%	54/46	54/46	54/46	54/46
Relación a / c	-	0.5	0.6	0.7	0.8
Temp. Ambiente	°C	17.3	17.3	17.3	18.5
Temp. Concreto	°C	19.6	20.5	20.3	18.6
P.U. Teórico	Kg/m <sup>3</sup>	2309	2298	2291	2282
P.U. Real	Kg/m <sup>3</sup>	2370	2350	2330	2300
P.U. Seco	Kg/m <sup>3</sup>	2115	2104	2097	2088
Rendimiento	-	1.03	1.02	1.02	1.01
% de Aire	%	1.5	4.8	4.5	4.7
Slump Inicial (0:00horas)	Pulgadas	3	6 1/2"	8"	5 1/2"

*Nota.* Elaboración Propia

### 3.4.2 Diseño de mezcla para concreto embolsado seco

Se detallan a continuación los diferentes tipos de mezclas que se diseñó para poder llegar hasta el diseño óptimo. Se usó como base una relación agua cemento utilizada en el proceso de producción de un concreto convencional de 210 kg/cm<sup>2</sup> sin la adición de un aditivo. A partir de ahí se hizo un ajuste de la cantidad de agua para poder añadir la cantidad de aditivo en polvo a usar. Como se puede apreciar en la Tabla N° 7 la dosis de aditivo se ajusta para poder llegar a un diseño que pueda cumplir con el asentamiento necesario.

**Tabla 7***Características de los materiales del concreto en diseño con aditivo ECOANDINA*

<b>Concreto f'c 210 kg/cm2 a 28 días</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>ENSAYOS CON ADITIVO</b>			
		<b>CONCRETO f'c 210 kg/cm2 (Huso 67)</b>	<b>CONCRETO f'c 175 kg/cm2 (Huso 67)</b>	<b>CONCRETO f'c 210 kg/cm2 (Huso 57)</b>	<b>CONCRETO f'c 175 kg/cm2 (Huso 57)</b>
<b>ECO PV 09</b>	<b>Dosis</b>	<b>0.55%</b>	<b>0.55%</b>	<b>0.30%</b>	<b>0.30%</b>
	Kg	1.54	1.38	0.75	0.75
f'c	Kg/cm <sup>2</sup>	210	175	210	175
Cemento Sol Tipo I	Kg/m <sup>3</sup>	<b>279</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>240</b>
Agua	Lt	170	175	163	156
Arena	Kg/m <sup>3</sup>	1006	1013	1548	1548
Humedad Arena	%	1.01	1.01	0.5	0.5
Piedra	Kg/m <sup>3</sup>	871	876	386	386
Humedad Piedra	%	0.1	0.1	0.1	0.1
Incidencia (Arena/ Piedra)	%	54 / 46	54 / 46	50 / 50	50 / 50
Relación a / c	-	0.61	0.7	0.65	0.65
Temp. Ambiente	°C	18.6	18.6	14.2	12.6
Temp. Concreto	°C	19.6	18.9	21.6	19.4
P.U. Teórico	Kg/m <sup>3</sup>	2328	2315	2347	2331
P.U. Real	Kg/m <sup>3</sup>	2300	2290	2270	2280
P.U. Seco	Kg/m <sup>3</sup>	2158	2140	2185	2175
Rendimiento		0.99	0.99	0.97	0.98

% de Aire	%	2	2	4.5	3.8
Slump Inicial (0:00horas)	Pulgadas	5.5	4.5	7"	5 1/4"

### 3.5 Ensayos de laboratorio

Para poder hallar el diseño de mezcla óptimo para el concreto embolsado seco, se debe realizar ensayos de laboratorio para la obtención de sus características en estado fresco y seco.

#### 3.5.1 Consistencia

Se necesita determinar el Slump inicial del concreto para poder determinar si las características requeridas van de acuerdo con el diseño de mezcla realizado.

##### 3.5.1.1 Ensayo de asentamiento - NTP 339.035

Se procedió a realizar el ensayo de asentamiento con ayuda del cono de Abrams, Para llevar a cabo el ensayo, es necesario contar con un equipo específico, que incluye un cono de Abrams de 30 cm de altura, con un diámetro de 20 cm en la base mayor y 10 cm en la base menor. Además, se debe utilizar una varilla de acero de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud para compactar las capas de concreto, y una regla para medir el asentamiento final.

El primer paso es colocar el cono sobre una superficie plana y rígida. Luego, se debe llenar el cono con concreto en tres capas. Cada capa debe ser compactada con 25 golpes uniformes de la varilla de acero, asegurándose de que cada capa esté completamente llena antes de agregar la siguiente. Después de llenar el cono, se nivela la superficie del concreto con una regla, de manera que quede al ras del borde superior del cono.

Una vez que el cono está completamente lleno y nivelado, se retira cuidadosamente de manera vertical, sin moverlo lateralmente, para evitar que el concreto se desplace o se derrame. Después de retirar el cono, se mide el asentamiento, que es la distancia entre la altura original del cono (30 cm) y la altura alcanzada por el concreto. Este valor se mide en milímetros, y refleja cuánto ha descendido el concreto después de la retirada del cono.

## Figura 10

### Ensayo de asentamiento



*Nota.* Se aprecia el desarrollo del ensayo de asentamiento en el cual se aprecia que el diseño de mezcla al desarrollar el slump respectivo encontrándose dentro del rango de acuerdo con lo requerido por la NTP 339.035.

### 3.5.2 Peso Unitario y Rendimiento - NTP 339.046

Para el ensayo de peso unitario se realizó con ayuda de la olla Washington, a partir de ello se pudo hallar la relación entre el peso unitario teórico y el real mejor definido como rendimiento. El ensayo comienza con la preparación de una muestra representativa del material a evaluar, que debe ser tomada de forma homogénea. Para realizar el ensayo, se requiere un recipiente rígido, generalmente un cubo o un cilindro de acero con una capacidad definida, y una balanza de precisión para medir el peso del material. El material debe ser cuidadosamente colocado en el recipiente en capas, asegurándose de que cada capa esté bien compactada para evitar vacíos que puedan alterar el resultado. Se emplea una varilla o una herramienta adecuada para la compactación, realizando el número de golpes especificados para cada tipo de material.

Una vez que el recipiente está lleno, se nivela la parte superior del material utilizando una regla, asegurándose de que no haya exceso de material sobrepasando el borde del recipiente. El siguiente paso es pesar el recipiente con el material contenido, y luego determinar su peso unitario. Este valor se calcula dividiendo el peso de la muestra por

el volumen del recipiente, lo que da el peso unitario del material en kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

### **Figura 11**

*Ensayo de peso unitario*



*Nota.* En la figura se observa el desarrollo del ensayo de peso unitario, realizado conforme a la norma técnica peruana NTP 339.046.

### **3.5.3 Temperatura - NTP 339.184**

Se realizó el ensayo de la temperatura según la norma ASTM C1064, como este concreto es convencional debe tener un promedio El ensayo comienza con la preparación de una muestra representativa del concreto fresco, que debe ser tomada directamente de la mezcladora o de un punto de descarga. Para medir la temperatura, se utiliza un termómetro calibrado con un rango adecuado para las condiciones de la mezcla, generalmente entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $110^{\circ}\text{C}$ .

### **Figura 12**

*Toma de Temperatura del concreto en estado plástico*



*Nota.* En la figura se muestra el desarrollo del ensayo de temperatura en el concreto, realizado según la norma técnica peruana NTP 339.184. Este ensayo es fundamental para medir la temperatura del concreto fresco, ya que esta variable afecta directamente el tiempo de fraguado, la trabajabilidad, la ganancia de resistencia y la durabilidad del material

### 3.5.4 Contenido de Aire – ASTM C231

Se realizó el ensayo de contenido de aire con ayuda de la olla Washington, los resultados obtenidos dan a ver que el concreto es convencional dentro de la norma ASTM C231 Para llevar a cabo el ensayo, se prepara una muestra representativa de concreto fresco, que debe ser tomada de manera homogénea de la mezcladora o del lugar de descarga. El concreto se coloca en el cilindro de prueba en capas, asegurándose de compactar cada capa de manera uniforme mediante una varilla de acero de acuerdo con las normas específicas. El número de golpes aplicados a cada capa dependerá del tipo de concreto y las especificaciones del ensayo. Después de llenar el cilindro, se nivela la superficie del concreto y se cierra herméticamente con el tapón correspondiente. El siguiente paso consiste en aplicar presión sobre el sistema, lo que permite medir el desplazamiento del aire en el concreto. La cantidad de aire atrapado se calcula observando el cambio en la lectura del medidor de presión, que se expresa como un porcentaje del volumen total del concreto. Este valor indica la cantidad de aire presente en la mezcla, lo que influye directamente en las propiedades del concreto, como la resistencia y la durabilidad

#### **Figura 13**

*Ensayo de contenido de aire*



*Nota.* Se aprecia el desarrollo del ensayo de Contenido de Aire de acuerdo con ASTM C231.

### **3.5.5 Resistencia a la Compresión – ASTM C39**

Se lleva a cabo para determinar la capacidad de un concreto endurecido para resistir cargas compresivas, lo que es esencial para evaluar su resistencia estructural. Para realizar el ensayo, se prepara una muestra de concreto que debe ser curada en condiciones controladas hasta que alcance la edad de prueba especificada, normalmente 28 días. Las muestras se moldean en cilindros estándar de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Una vez que el concreto ha alcanzado la edad de prueba, los cilindros se colocan en una prensa de compresión, donde se aplica una carga uniformemente a una tasa controlada. Durante la prueba, la carga se incrementa de manera constante hasta que el cilindro se fractura, momento en el que se registra la carga máxima alcanzada.

#### **3.5.5.1 Elaboración de probetas**

Se procedió a realizar muestras según la ASTM-C39 de probetas en la cual se hizo ruptura para los 2, 3 y 7 días. A partir de ello, se modificó la relación agua cemento junto con el aditivo. Con ello, se realizó nuevamente las muestras y esta vez se roturaron a 7,14 y 21 días dando resultados mucho más favorables.

#### **Figura 14**

*Muestras para el ensayo a compresión*



*Nota.* Se aprecia el proceso de elaboración de las muestras de concreto, un paso crítico para asegurar que las pruebas de laboratorio reflejen las propiedades reales del material en obra.

### 3.5.5.2 Ensayo de resistencia a la compresión

Las probetas realizadas, se tuvieron que colocar en las condiciones aprobadas por la ASTM-C39. Estas fueron diferenciadas del resto de probetas con un código. Para la debida identificación de estas al momento de seleccionarlas para su rotura.

#### Figura 15

*Probetas de concreto*



*Nota.* En la figura se observan las muestras de sondas utilizadas en los ensayos, las cuales han sido debidamente identificadas y codificadas para garantizar su trazabilidad y correcto seguimiento durante las pruebas.

#### Figura 16

*Probetas de concreto*



*Nota.* En la figura se observan las muestras de briquetas utilizadas para los ensayos, las cuales han sido identificadas y codificadas adecuadamente para asegurar su correcta trazabilidad a lo largo del proceso de prueba.

### Figura 17

*Curado de Probetas de concreto*

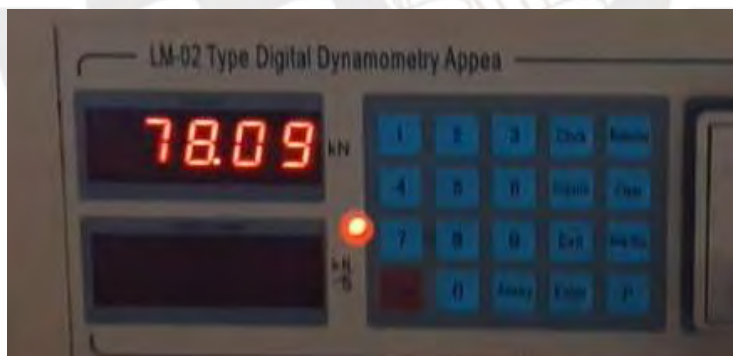


*Nota.* En la figura se observan las muestras de briquetas sometidas a un proceso de curado, con el objetivo de alcanzar la resistencia de diseño del concreto embolsado seco.

Cuando cumple la cantidad de días esperados para poder realizar la rotura, estos se separan del resto de probetas y se espera a que se sequen. A partir de ello se procede a colocarlos en la prensa y a realizar el ensayo.

### Figura 18

*Carga en Kn aplicada a las probetas de concreto*



*Nota.* Elaboración Propia

A partir de las cargas máximas obtenidas, con ayuda del área se halló la resistencia requerida a esa fecha. A partir de ello se crea un cuadro comparativo en el cual se definen los porcentajes alcanzados a la resistencia que se desea a los 28 días.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECIFICO 01

**Con respecto al objetivo específico 01:** Evaluar la aceptación del concreto embolsado seco en la zona en estudio.

El concreto embolsado seco es una alternativa innovadora que busca mejorar la eficiencia en la producción y aplicación de concreto en la región central del Perú. Para evaluar su aceptación, se han realizado estudios de mercado y entrevistas con constructores, ingenieros y trabajadores de la construcción local, para determinar la viabilidad de su adopción en la zona. Además, se ha analizado la percepción sobre sus ventajas, como la facilidad de transporte, almacenamiento y mezcla, en comparación con los métodos tradicionales. La evaluación de la aceptación también incluye la identificación de posibles barreras, como el costo, la familiaridad con el producto y la disponibilidad de equipos adecuados. Este análisis busca proporcionar una base sólida para la implementación del concreto embolsado seco en la región, asegurando que su adopción sea efectiva y beneficiosa para el sector de la construcción.

#### 4.1.1 Cantidad de Personas Encuestadas

**Tabla 8**

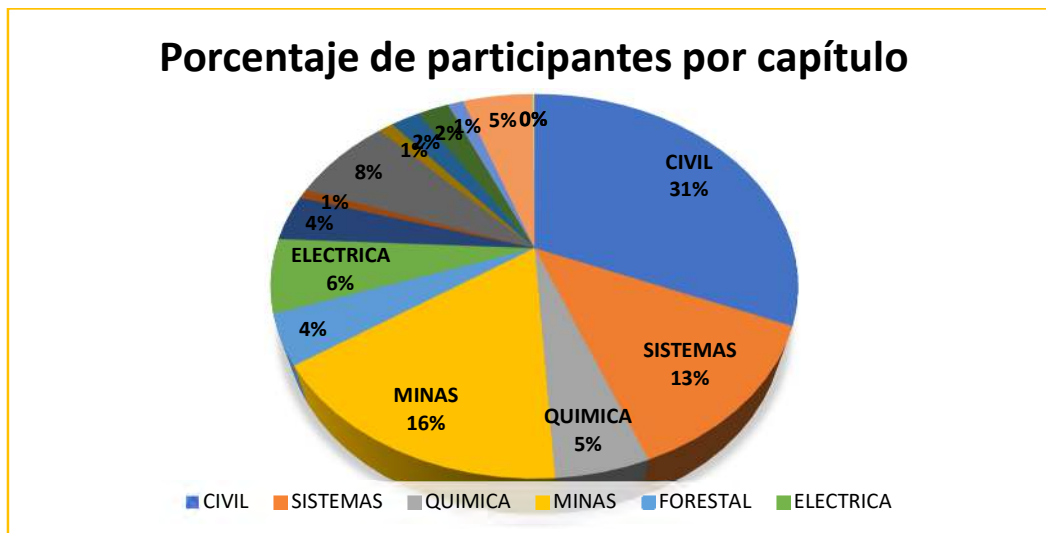
*Cantidad de especialistas encuestados por capítulos*

ING - ESPECIALIDAD	NRO	Porcentaje
CIVIL	324	31.36%
SISTEMAS	132	12.78%
QUIMICA	50	4.84%
MINAS	170	16.46%
FORESTAL	43	4.16%
ELECTRICA	64	6.20%
AGRONOMICA	40	3.87%
ZOOTECNIA	8	0.77%
MECANICA	78	7.55%
ALIMENTARIAS	11	1.06%
INDUSTRIAL	22	2.13%
AMBIENTAL	24	2.32%
ELECTRONICA	12	1.16%
METALURGIA	53	5.13%
HIDRAULICA	1	0.10%
PESQUERO	1	0.10%
<b>TOTAL</b>	<b>1033</b>	<b>100.00%</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 19**

*Porcentaje de participantes por capítulo*



Nota: se aprecia en la Tabla 8 y en la Figura 19 los resultados del conteo de los ingenieros encuestados, los cuales dieron su opinión sobre la aceptación, en el cual se detalla que la mayor cantidad de especialistas encuestados fue la especialidad de Ingenieros civiles con un total de 324 especialistas representando el 31.36%, seguido por la especialidad de sistemas siendo 132 especialistas siendo el 12.78%, y la menor cantidad se obtuvo de la especialidad pesquera con una cantidad de 1 especialista representado el 0.10%, de un total de 1033 encuestados. Estos resultados permiten identificar que la aceptación del concreto embolsado seco es mayormente impulsada por los ingenieros civiles, lo que podría indicar una alta disposición del sector de la construcción para adoptar esta nueva modalidad de concreto.

#### 4.1.2 Análisis de la encuesta desarrollada

**Tabla 9**

*Pregunta 1 desarrollada a especialistas*

PREGUNTA 1	CONTEO	Porcentaje
A partir de la información dada, ¿Usted usaría este producto para la construcción de su vivienda?	Sí	913
	No	310
		1223
		74.65%
		25.35%

*Nota. Elaboración Propia*

**Figura 20**

*Porcentaje de participantes por capitulo*



Nota: se aprecia en la Tabla 9 y en la Figura 20 los resultados Los resultados obtenidos reflejan una clara tendencia hacia la aceptación del concreto embolsado seco en la construcción de viviendas. De un total de 1223 respuestas, **913** encuestados (equivalentes al **74,65%**) indicaron que sí utilizarían este producto para la construcción de su vivienda. Esto demuestra un alto nivel de aceptación por parte de los participantes, lo cual es un indicativo positivo sobre la viabilidad de este material en el mercado de la construcción, especialmente para proyectos residenciales. Por otro lado, un **25.35%** de los encuestados (310 personas) expresaron que no usarían este producto para la construcción de su vivienda. Este porcentaje refleja una minoría, pero es importante considerarlo, ya que sugiere que existen factores o barreras que podrían limitar la adopción del concreto embolsado seco, como la falta de confianza en su desempeño a largo plazo, el desconocimiento del producto, o preocupaciones relacionadas con el costo o la disponibilidad del material.

**Tabla 10**

*Pregunta 2 desarrollada a especialistas*

PREGUNTA 2		CONTEO	Porcentaje
¿A qué costo usted compraría este producto? En la siguiente imagen se detallan costos de este producto en la ciudad de Lima	S/ 13.00	279	22.81%
	S/ 12.00	310	25.35%
	S/ 11.00	285	23.30%
	S/ 10.00	349	28.54%

*Nota. Elaboración Propia*

**Figura 21**

*Porcentaje de participantes por capitulo*



Nota: se aprecia en la Tabla 10 y en la Figura 21 los resultados muestran cómo los encuestados perciben el valor del concreto embolsado seco, para el precio **S/ 13.00** un total de 279 encuestados (equivalentes al **22.81%**) estarían dispuestos a pagar este precio por el producto, para **S/ 12.00** un total de 310 encuestados (equivalentes al **25.35%**) consideran que este precio es adecuado para el concreto embolsado seco, para **S/ 11.00** un total de 285 encuestados (equivalentes al **23.30%**) elegirían este costo, finalmente para **S/ 10.00** un total de 349 encuestados (equivalentes al **28.54%**) estarían dispuestos a pagar esta cantidad.

El costo de **S/ 10.00** es el precio preferido por la mayoría de los encuestados (28.54%), lo que indica que los consumidores en la región valoran positivamente un precio accesible que permite incorporar este material en sus proyectos sin comprometer la viabilidad económica. Esto podría ser un indicio de que el mercado tiene una sensibilidad al precio, lo cual es relevante para la estrategia de comercialización y la competitividad del producto.

El **S/ 12.00** y **S/ 11.00** también son opciones viables para una buena proporción de los encuestados (25.35% y 23.30%, respectivamente), lo que sugiere que un precio moderado sigue siendo aceptable para una mayoría significativa. En cambio, **S/ 13.00** es el costo menos elegido (22.81%), lo que podría indicar que un precio superior a **S/ 12.00** podría resultar menos atractivo para los consumidores en la región.

El análisis de los resultados revela que el precio tiene un impacto importante en la decisión de compra del concreto embolsado seco. La mayoría de los encuestados (aproximadamente un

77%) considera adecuado un precio entre S/ 10.00 y S/ 12.00, lo que sugiere que el concreto embolsado seco tiene un mercado potencial en esta franja de precios. Sin embargo, los consumidores parecen tener un límite de precio cercano a S/ 12.00, lo que implica que un precio de S/ 13.00 podría estar fuera del alcance de una proporción considerable del mercado, reduciendo la demanda. Para maximizar la aceptación y el volumen de ventas, sería recomendable ajustar el precio en esta franja o realizar análisis adicionales sobre los costos de producción para asegurar que se pueda mantener la competitividad sin perder rentabilidad.

**Tabla 11**

*Pregunta 3 desarrollada a especialistas*

PREGUNTA 3		CONTEO	Porcentaje	
¿Usted recomendaría el uso de este producto a alguna persona que desee construir, pero no tenga la experiencia necesaria?	Sí	913	1223	74.65%
	No	310		25.35%

*Nota. Elaboración Propia*

**Figura 22**

*Porcentaje de participantes por capítulo*



Nota: se aprecia en la Tabla 11 y en la Figura 22 los resultados de esta pregunta en el que reflejan la confianza de los encuestados en el concreto embolsado seco como una opción accesible y fácil de usar para personas sin experiencia en construcción. Los que indican que **Sí: 913** encuestados (equivalentes al **74,65%**) recomendarían el uso del producto a una persona

sin experiencia y los que indican que **No: 310** encuestados (equivalentes al **25,35%**) no recomendarían este producto para personas sin experiencia.

El alto porcentaje de respuestas afirmativas (74,65%) sugiere que una gran mayoría de los encuestados considera que el concreto embolsado seco es adecuado para personas sin experiencia previa en construcción. Esto puede estar relacionado con las características del producto, como su facilidad de uso, la reducción de la necesidad de equipos especializados y la menor cantidad de intervención técnica en el proceso de mezcla y colocación del concreto. El producto parece ser percibido como una opción accesible para quienes no tienen conocimientos avanzados en construcción.

Por otro lado, un 25,35% de los encuestados considera que no sería recomendable para personas sin experiencia. Este grupo podría estar señalando preocupaciones sobre el rendimiento del material, la necesidad de un mínimo de conocimiento en su aplicación o la falta de confianza en su durabilidad y resistencia si no se utiliza correctamente.

El hecho de que un 74.65% de los encuestados recomendaría el concreto embolsado seco a personas sin experiencia es un indicador positivo para la comercialización del producto, ya que sugiere que el material tiene el potencial de ser una solución accesible para un público más amplio, incluyendo aquellos sin conocimientos previos en construcción. Esto puede ser una ventaja significativa, ya que el producto puede atraer a un segmento de mercado que busca una opción fácil y práctica para proyectos de construcción sin la necesidad de contratistas especializados.

## **4.2 RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECIFICO 02**

**Con respecto al objetivo específico 02:** Caracterizar los agregados finos y gruesos disponibles en la región central del Perú y dar los lineamientos para producir agregados normalizados para concreto.

### **4.2.1 Caracterización de los agregados finos y gruesos**

Se presenta a continuación el desarrollo de la caracterización de los agregados finos y gruesos

## Análisis granulométrico

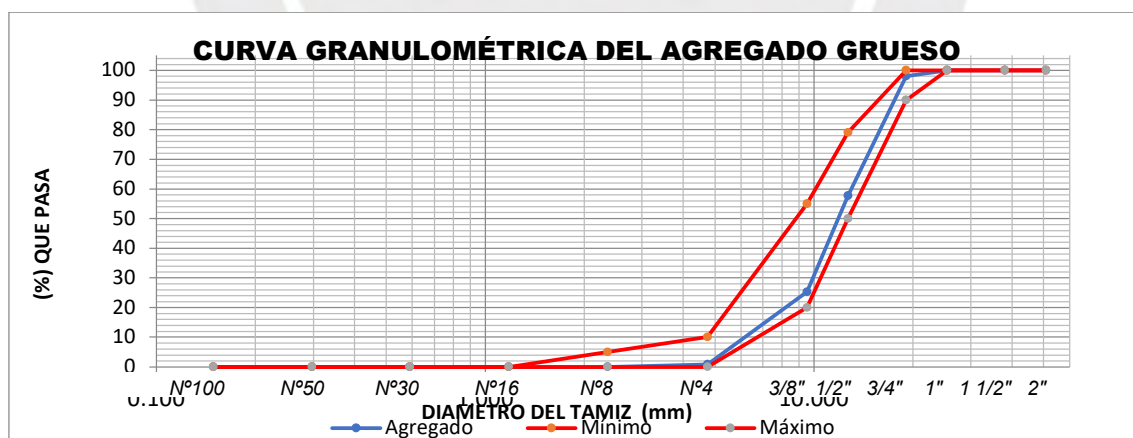
Tabla 12

Análisis granulométrico agregado grueso HUSO – 67

GRANULOMETRIA						HUSO: 67	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100	100	100
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100	100	100
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100	100	100
3/4"	19.05	201.00	2.02	2.02	98	100	90
1/2"	12.700	4019.00	40.30	42.32	58	79	50
3/8"	9.525	3231.00	32.40	74.72	25	55	20
Nº 4	4.75	2437.00	24.44	99.16	1	10	0
Nº 8	2.36	84.00	0.84	100.00	0	5	0
Nº 16	1.18	0.00	0.00	100.00	0	0	0
Nº 30	0.59	0.00	0.00	100.00	0	0	0
Nº 50	0.297	0.00	0.00	100.00	0	0	0
Nº 100	0.149	0.00	0.00	100.00	0	0	0
FONDO		0.00	0.00	100.00	0		
SUMA		9972.00	100.00				
M.F=		6.76					

Figura 23

Análisis granulométrico agregado grueso HUSO – 67



Nota, se aprecia en la Tabla 12 y en la Figura 23 la granulometría del agregado grueso, basado en el Huso 67, refleja una distribución adecuada de partículas, cumpliendo en su mayoría con los límites establecidos. En los tamices principales, como 3/4" y 1/2", el porcentaje acumulado pasa dentro del rango permitido (90%-100% y 50%-79%, respectivamente), esto evidencia una

gradación óptima para el uso en concreto estructural. Sin embargo, en el tamiz 3/8", el porcentaje acumulado pasa es 25%, lo que puede afectar en la compacidad del agregado.

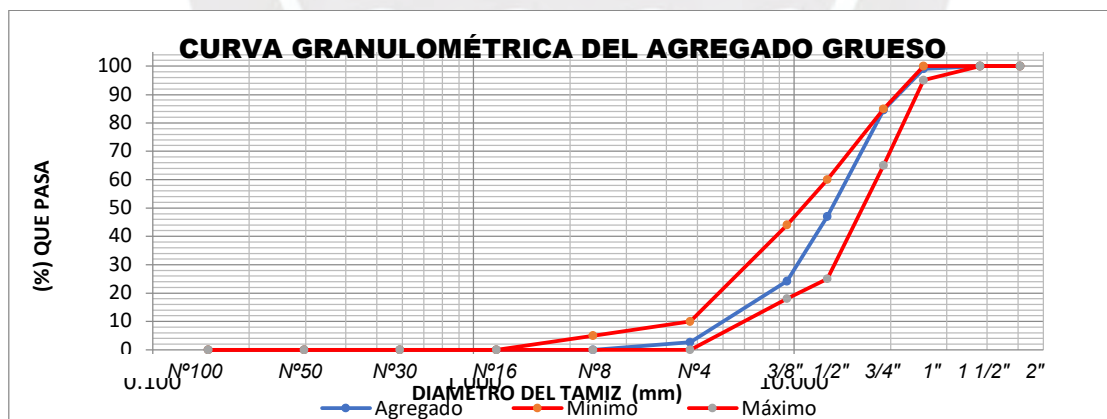
**Tabla 13**

*Análisis granulométrico agregado grueso HUSO – 57*

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	GRANULOMETRIA				HUSO: 57	
		PESO RETENID O (gr)	(%) RETENID O	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100	100	100
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100	100	100
1"	25.4	97.00	0.97	0.97	99	100	95
3/4"	19.05	1448.00	14.52	15.49	85	85	65
1/2"	12.700	3742.00	37.53	53.02	47	60	25
3/8"	9.525	2268.00	22.74	75.76	24	44	18
Nº 4	4.75	2147.00	21.53	97.29	3	10	0
Nº 8	2.36	270.00	2.71	100.00	0	5	0
Nº 16	1.18	0.00	0.00	100.00	0	0	0
Nº 30	0.59	0.00	0.00	100.00	0	0	0
Nº 50	0.297	0.00	0.00	100.00	0	0	0
Nº 100	0.149	0.00	0.00	100.00	0	0	0
<b>FONDO</b>		0.00	0.00	100.00	0		
	SUMA	9972.00	100.00				
	<b>M.F=</b>	<b>6.89</b>					

**Figura 24**

*Análisis granulométrico agregado grueso HUSO – 57*



Nota, se aprecia en la Tabla 13 y en la Figura 24 la granulometría del agregado grueso correspondiente al Huso 57 muestra que el material cumple, en su mayoría, con los rangos establecidos en los tamices críticos. En el tamiz de 1", el porcentaje que pasa es 99%, dentro del rango permitido (95%-100%). En el tamiz de 3/4", el porcentaje que pasa es 85%,

coincidiendo con el valor máximo (65%-85%), asegurando una buena gradación para este tamaño. Sin embargo, en el tamiz de 1/2", el porcentaje que pasa es 47%, ligeramente por debajo del rango mínimo requerido (25%-60%), lo que podría afectar la distribución de partículas más pequeñas. Finalmente, en los tamices más finos (como el N° 4 y N° 8), el material se encuentra dentro de los valores aceptables, asegurando un equilibrio adecuado en la curva granulométrica.

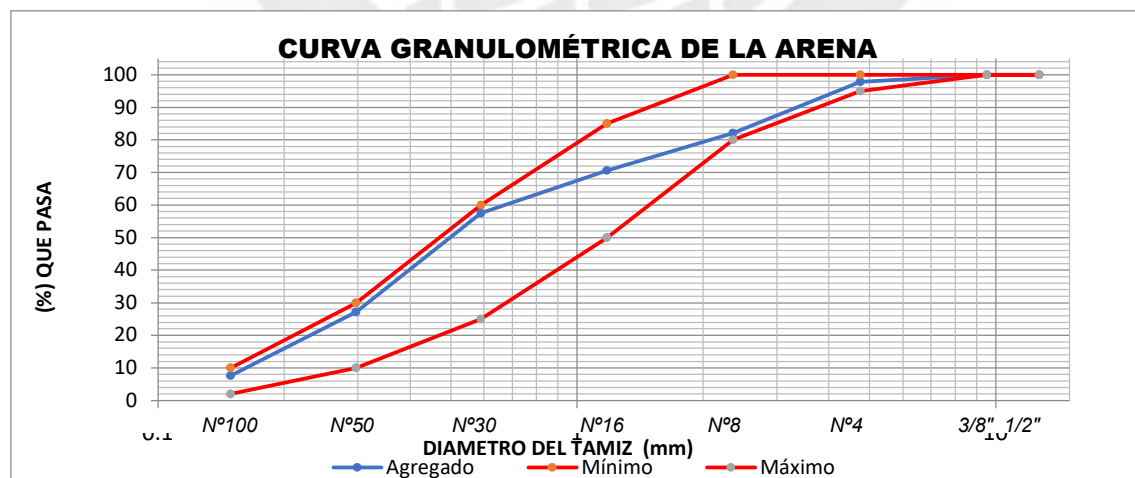
**Tabla 14**

*Análisis granulométrico de arena*

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	GRANULOMETRIA				HUSO: MINIMO	Arena Gruesa MAXIMO
		PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA		
1/2"	12.700	0	0.00	0.00	100	100	100
3/8"	9.525	15.32	3.07	3.07	97	100	100
N° 4	4.75	30.53	6.12	9.19	91	100	95
N° 8	2.36	27.54	5.52	14.71	85	100	80
N° 16	1.18	47.64	9.55	24.26	76	85	50
N° 30	0.59	96.64	19.37	43.63	56	60	25
N° 50	0.297	146.7	29.40	73.03	27	30	10
N° 100	0.149	92.5	18.54	91.57	8	10	2
N° 200	0.149	30.6	6.13	97.70	2	10	2
<b>FONDO</b>		11.46	2.30	100.00	0.00		
<b>SUMA</b>		498.93	100.00				
<b>M.F=</b>		<b>2.56</b>					

**Figura 25**

*Análisis granulométrico agregado fino Arena*



Nota, se aprecia en la Tabla 14 y en la Figura 25 se aprecia la granulometría del agregado arena se evidencia que esta cumple parcialmente con el huso recomendado para arena gruesa. Los resultados indican un módulo de finura (M.F) de **2.56**, que está dentro del rango aceptable para arenas destinadas a concreto estructural, demostrando una granulometría balanceada. Los valores del porcentaje que pasa están dentro de los límites especificados en la mayoría de los tamices clave, aunque se observa que en los tamices N°16 y N°50, los valores se aproximan a los límites máximos permitidos, lo que podría influir en la trabajabilidad del concreto si no se ajusta adecuadamente. El alto porcentaje acumulado en los tamices finos (como el N°100 y N°200) podría generar una mayor demanda de agua en la mezcla. Esto nos indica que la arena presenta una proporción adecuada de partículas gruesas, pero con una ligera tendencia hacia la fracción más fina, lo que debe considerarse al ajustar el diseño de mezcla para garantizar la cohesión y resistencia del concreto.

#### 4.2.2 Peso específico, Contenido de humedad y Peso unitario – Agregados

**Tabla 15**

*Peso específico, contenido de Humedad y Peso unitario – Agregado grueso HUSO 67*

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO					
PESO ESPECÍFICO			CONTENIDO DE HUMEDAD		
P muestra s.s.s =	3957.70	gr	Piedra Húmeda =	2500.00	gr
Volumen inicial en probeta	3957.70	cm <sup>3</sup>	Piedra seca =	2487.20	gr
Volumen final en probeta	2473.00	cm <sup>3</sup>	<b>Humedad =</b>	<b>0.51</b>	%
Volumen desplazado	1484.70	gr	<b>Factor de humedad =</b>	<b>-0.67</b>	%
Pmuestra seca =	3911.20	gr	<b>PESOS UNITARIOS</b>		
<b>P.E m =</b>	<b>2.634</b>	gr/cm <sup>3</sup>	<b>P.U.S piedra =</b>	1382	kg/m <sup>3</sup>
<b>P.E sss =</b>	<b>2.666</b>	gr/cm <sup>3</sup>	<b>P.U.C piedra =</b>	1506	kg/m <sup>3</sup>
<b>Absorción =</b>	<b>1.189</b>	%			

Nota, se aprecia en la Tabla 15 los resultados de los resultados de las propiedades físicas del agregado grueso (Huso 67) indican que cumple con los requisitos de calidad para su uso en concreto estructural. El peso específico seco (2.634 gr/cm<sup>3</sup>) y el peso específico saturado con superficie seca (2.666 gr/cm<sup>3</sup>) están dentro del rango típico (2.5-2.8 gr/cm<sup>3</sup>), indicando buena densidad y moderada absorción (1.189%), lo cual es favorable para evitar problemas de durabilidad en el concreto. El contenido de humedad es bajo (0.51%), y el factor de humedad negativo (-0.67%) indica que el agregado estaba ligeramente más seco que su condición saturada, evitando la absorción de agua de la mezcla. Los pesos unitarios suelto (1382 kg/m<sup>3</sup>)

y compactado (1506 kg/m<sup>3</sup>) reflejan una granulometría uniforme y buena capacidad de compactación, esenciales para la cohesión y trabajabilidad en el concreto.

**Tabla 16**

*Peso específico, contenido de Humedad y Peso unitario – Agregado grueso HUSO 57*

<b>PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO GRUESO</b>					
<b>PESO ESPECIFICO</b>			<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
Pmuestra s.s.s =	3928.70	gr	Piedra Húmeda =	3000.00	gr
Volumen inicial en probeta	3928.70	cm <sup>3</sup>	Piedra seca =	2985.55	gr
Volumen final en probeta	2458.00	cm <sup>3</sup>	<b>Humedad =</b>	<b>0.48</b>	%
Volumen desplazado	1470.70	gr	<b>Factor de humedad =</b>	<b>-0.62</b>	%
Pmuestra seca =	3885.70	gr	<b>PESOS UNITARIOS</b>		
<b>P.E m =</b>	<b>2.64</b>	gr/cm <sup>3</sup>	<b>P.U.S piedra =</b>	1375	kg/m <sup>3</sup>
<b>P.E sss =</b>	<b>2.67</b>	gr/cm <sup>3</sup>	<b>P.U.C piedra =</b>	1637	kg/m <sup>3</sup>
<b>Absorción =</b>	<b>1.11</b>	%			

Nota, se aprecia en la Tabla 16 los resultados de las propiedades físicas del agregado grueso (Huso 67), indican para el peso específico seco (2.64 gr/cm<sup>3</sup>) y el peso específico saturado con superficie seca (2.67 gr/cm<sup>3</sup>) se encuentran dentro del rango estándar para agregados de buena calidad (2.5-2.8 gr/cm<sup>3</sup>), lo que indica una densidad óptima. La absorción de agua (1.11%) es baja, favoreciendo la durabilidad del concreto al minimizar el riesgo de cambios de volumen por humedad. El contenido de humedad medido (0.48%) y el factor de humedad negativo (-0.62%) revelan que el agregado estaba ligeramente seco, lo que previene la absorción de agua de la mezcla durante el proceso de mezclado. Los pesos unitarios suelto (1375 kg/m<sup>3</sup>) y compactado (1637 kg/m<sup>3</sup>) reflejan una adecuada compactación y granulometría uniforme, garantizando buena cohesión y trabajabilidad en el concreto.

**Tabla 17**

*Peso específico, contenido de Humedad y Peso unitario – Agregado arena*

<b>PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO FINO</b>					
<b>PESO ESPECIFICO</b>			<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
Pmuestra s.s.s =	500.00	gr	Arena Húmeda =	500.00	gr
Peso fiola + agua	658.72	gr	Arena seca =	495.00	gr
P. fiola + P.sss + Agua	968.39	gr	<b>Humedad =</b>	<b>1.01</b>	%
Volumen sss	190.33	cm <sup>3</sup>	<b>Factor de humedad =</b>	<b>-0.61</b>	%
Pmuestra seca =	492.03	gr	<b>MALLA 200</b>		
<b>P.E m =</b>	<b>2.59</b>	gr/cm <sup>3</sup>	Arena Seca =	300	gr.
<b>P.E sss =</b>	<b>2.63</b>	gr/cm <sup>3</sup>	Arena lavada seca =	287.5	gr.
<b>Absorción =</b>	<b>1.62</b>	%	<b>% FINOS =</b>	<b>4.17</b>	%

<b>P.U.S de la arena =</b>	<b>1623</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>P.U.C de la arena =</b>	<b>1756</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
----------------------------	-------------	-------------------------	----------------------------	-------------	-------------------------

Nota, se aprecia en la Tabla 17 los resultados de las propiedades físicas del agregado fino indican su idoneidad para aplicaciones en concreto estructural. El peso específico medio (2.59 gr/cm<sup>3</sup>) y el peso específico saturado con superficie seca (2.63 gr/cm<sup>3</sup>) están dentro del rango esperado para agregados de calidad, lo que sugiere una buena densidad y resistencia. La absorción de agua (1.62%) es moderada, indicando una capacidad adecuada para retener humedad sin comprometer el desempeño de la mezcla. El contenido de humedad (1.01%) y el factor de humedad negativo (-0.61%) reflejan un agregado ligeramente seco, lo que minimiza el riesgo de interferencia en la relación agua/cemento de la mezcla. En cuanto al contenido de finos, el porcentaje de partículas que pasa la malla N°200 es del 4.17%, cumpliendo con los límites establecidos para evitar segregación y garantizar una buena cohesión. Los pesos unitarios suelto (1623 kg/m<sup>3</sup>) y compactado (1756 kg/m<sup>3</sup>) demuestran una granulometría uniforme, lo que favorece una adecuada trabajabilidad del concreto.

#### 4.2.3 Análisis Químico

**Tabla 18**

*Resultados del Análisis químicos desarrollado*

ENSAYO		NORMA MTC	NORMA NTP	REQUISITO	RESULTADO
<b>DURABILIDAD</b>					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	Sulfato de Sodio	MTC E 207	NTP 400.016	10	
	Sulfato de Magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	15	4.594
<b>LIMPIEZA</b>					
Índice de plasticidad, % máximo		MTC E 111	NTP 339.129	No plástico	
Equivalente de arena, % mínimo	f <sub>c</sub> ≤ 210 kg/cm <sup>2</sup>	MTC E 114	NTP 339.146	65	69
	f <sub>c</sub> > 210 kg/cm <sup>2</sup>	MTC E 114	NTP 339.146	75	
Valor de azul de metileno, máximo			TP - 5	5	
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3	0.4
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0.5	0.12

Material que pasa por el tamiz de 75 $\mu\text{m}$	MTC E 202	NTP 400.018	3
<b>CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA</b>			
Color más oscuro permisible	MTC E 213	NTP 400.024 NTP 400.013	Igual a muestra patrón
<b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b>			
Contenido de sulfatos, expresado como $\text{SO}_4$	--	NTP 400.042	1.2
Contenido de cloruros, expresado como $\text{CL}^-$	--	NTP 400.042	0.1
<b>ABSORCIÓN</b>			
Absorción de agua, % máximo	MTC E 205	NTP 400.022	4

Nota, se aprecia en la Tabla 18 se aprecia los resultados del análisis químico y físico del agregado muestra que, la pérdida en sulfato de magnesio cumple con el requisito (4.594% frente al máximo de 15%). En limpieza, el índice de plasticidad cumple con la condición de ser "no plástico", el equivalente de arena (69% para  $f^c \leq 210 \text{ kg/cm}^2$ ) supera el mínimo requerido (65%), y el contenido de material fino que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (2.7%) está dentro del límite máximo (3%), asegurando una baja cantidad de impurezas. Además, los valores de terrones de arcilla (0.4%) y carbón o lignito (0.12%) también cumplen con las normativas, lo que garantiza la calidad del agregado.

#### 4.2.4 Lineamientos para la producción del concreto embolsado

##### 4.2.4.1 Condiciones para los Agregados en Concreto Embolsado Seco

- **Gradación y Tamaño de Partícula**

**Agregados Finos:** Deben pasar por un tamiz de 4.75 mm (N° 4) y estar bien graduados. La arena es el ejemplo típico de agregado fino.

**Agregados Gruesos:** Deben tener tamaños de partícula que cumplan con los requisitos específicos del diseño de mezcla, generalmente entre 4.75 mm y 19 mm para concreto convencional. Se optó por el Huso 67 ya que la gradación ayuda a un menor uso de arena para garantizar una correcta compactación.

- **Limpieza y Pureza**

**Libre de Impurezas:** Los agregados deben estar libres de materiales perjudiciales como arcilla, limo, materia orgánica, sales solubles, y otros contaminantes que pueden afectar la hidratación del cemento y la resistencia del concreto.

**Lavado:** Si es necesario, los agregados deben ser lavados para eliminar partículas finas no deseadas y material orgánico.

- **Densidad y Absorción**

**Densidad Aparente:** Los agregados deben tener una densidad aparente adecuada para cumplir con los requisitos del diseño de mezcla.

**Absorción de Agua:** La capacidad de los agregados para absorber agua debe ser controlada, ya que esto afecta la relación agua-cemento y, por ende, la resistencia del concreto. Se prefieren agregados con baja absorción de agua.

- **Forma y Textura**

**Forma:** Los agregados deben tener una forma más angular y menos redondeada, ya que las partículas angulares se interconectan mejor, proporcionando una mayor resistencia mecánica.

**Textura Superficial:** Una textura superficial rugosa es preferible para los agregados, ya que aumenta la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento.

- **Durabilidad y Estabilidad**

**Resistencia a la Intemperie:** Los agregados deben ser durables y capaces de resistir los ciclos de congelación y deshielo, así como la exposición a químicos agresivos si se espera que el concreto sea utilizado en condiciones adversas.

**Estabilidad Dimensional:** Deben mantener sus propiedades mecánicas y dimensionales bajo diferentes condiciones de humedad y temperatura.

#### ***4.2.4.2 Procedimientos de Control de Calidad para Agregados***

1. **Ensayo de Granulometría:** Realizar tamizados para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

2. **Ensayo de Absorción de Agua:** Medir la cantidad de agua que los agregados pueden absorber.
3. **Ensayo de Contenido de Materiales Finos:** Determinar la cantidad de materiales finos y limo en los agregados.
4. **Ensayo de Material Orgánico:** Detectar la presencia de materia orgánica en los agregados.
5. **Ensayo de Durabilidad:** Evaluar la resistencia de los agregados a los ciclos de congelación y deshielo, y a la exposición a soluciones químicas.

#### ***4.2.4.3 Lineamientos para una correcta producción de concreto embolsado seco***

Con estas condiciones se garantiza que los agregados empleados en el concreto seco embolsado sean de excelente calidad, lo que a su vez favorecerá la resistencia y durabilidad del producto final. Pero esto cuando lo queremos llevar a una fabricación necesitamos que todos los materiales cumplan con esas condiciones para garantizar la calidad del producto. Por lo cual a continuación se detallará los lineamientos para una correcta producción de concreto embolsado seco:

1. **Calidad de los agregados:** Como lo detallado anteriormente los materiales deben de cumplir todas esas características para garantizar el proceso de fabricación del embolsado de manera correcta esto lleva a contar con equipo especializado que pueda garantizar el correcto secado y almacenaje del agregado para que este mismo no afecte a la mezcla embolsada.

Para ello es necesario contar con un Horno industrial de secado para garantizar la humedad mínima de los agregados antes de su uso. Existen diversos tipos de hornos industriales para agregados como es el caso de los hornos a convección este usa aire caliente para secar los productos mediante el movimiento de aire, estos proporcionan una distribución uniforme de calor y son eficientes para grandes volúmenes de producción. Se necesitan los siguientes productos a continuación para garantizar la calidad de los agregados:

- **Tamizadoras Industriales:** Para realizar tamizados de granulometría en grandes volúmenes de agregados.
- **Hornos Industriales de Secado:** Para secar los agregados antes de su uso.

- **Balanzas Industriales:** Para pesar grandes cantidades de materiales con precisión.
  - **Analizadores de Humedad:** Para medir el contenido de humedad de los agregados y el concreto.
2. **Equipos de almacenamiento y transporte:** Se necesita espacios para poder almacenar el material sin que este pueda verse afectado alterando su humedad, para ello se necesita:
- a. **Silos de Almacenamiento:** Para almacenar cemento, aditivos y agregados en grandes cantidades.
  - b. **Cintas Transportadoras:** Para mover materiales entre diferentes etapas del proceso de producción.
3. Equipos de dosificación para concreto embolsado seco:
- a. **Balanzas de Precisión:** Para medir y dosificar exactamente los componentes del concreto (cemento, agregados y aditivos).
  - b. **Sistemas de Automatización:** Para controlar y automatizar el proceso de dosificación y mezcla.
4. Equipos para mezcla homogénea de concreto:
- a. **Mezcladora Planetaria:** Para mezclar grandes cantidades de concreto de manera homogénea.
5. Equipos de embolsado:
- a. **Máquinas de Embolsado:** Para empaquetar el concreto seco en bolsas de manera eficiente y segura.
  - b. **Sistemas de Etiquetado Automático:** Para etiquetar las bolsas con información relevante (lote, fecha de fabricación, composición).
6. Equipos de seguridad:
- **Protectores y Guantes:** Para proteger a los operarios durante el manejo de materiales y maquinaria.

- **Sistemas de Ventilación y Extracción:** Para mantener un ambiente de trabajo seguro y libre de polvo.

## 7. Equipos de Mantenimiento

- **Herramientas de Mantenimiento:** Para realizar el mantenimiento regular de la maquinaria y asegurar su correcto funcionamiento.

### 4.3 RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECIFICO 03

**Con respecto al objetivo específico 03:** Evaluar el desempeño del concreto embolsado seco a partir de los materiales de la zona en estudio.

#### 4.3.1 Ensayo de asentamiento - NTP 339.035

**Tabla 19**

*Asentamiento obtenido en los ensayos con cada tipo de aditivo - por la NTP 339.035.*

ENSAYOS CON ADITIVO						
CONCRETO		CONCRETO	CONCRETO	CONCRETO	CONCRETO	CONCRETO
		f'c 210	f'c 175	f'c 210	f'c 175	f'c 175
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
		(Huso 67)	(Huso 67)	(Huso 57)	(Huso 57)	(Huso 67)
						A/C 0.8
<b>Dosis</b>		0.55%	0.55%	0.30%	0.30%	0.50%
<b>Relación a / c</b>	-	0.61	0.70	0.65	0.65	0.80
<b>Slump Inicial (0:00horas)</b>	<b>Pulgadas</b>	5.5	4.50	7"	5 1/4"	5.5"

Nota. Como se puede apreciar en la Tabla 19, los resultados obtenidos del ensayo de asentamiento muestran que las muestras de concreto con diferentes dosis de aditivo presentan variaciones dentro del rango esperado para concreto convencional utilizado en viviendas, que es entre 4" y 6". La muestra f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 67) con dosis de 0.55% de aditivo alcanzó 5.5", mientras que la muestra f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 67) con la misma dosis logró 4.50". Por otro lado, la muestra f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 57) con dosis de 0.30% de aditivo presentó un asentamiento de 7", lo que está por encima del rango deseado, indicando que una menor dosis de aditivo aumenta la fluidez. del concreto, lo que podría influir en su

manejabilidad, pero también en la pérdida de control sobre la consistencia. La muestra f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 57) con dosis de 0.30% de aditivo alcanzó 5 ¼”, mientras que la muestra f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 67) con dosis de 0.50% de aditivo logró 5.5”, lo que está dentro del rango adecuado. En general, todos los resultados están dentro de los parámetros necesarios para un concreto convencional usado en la construcción de viviendas, con la excepción de la muestra con f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 57) y dosis de 0.30% de aditivo, que presentó un asentamiento mayor al esperado.

#### 4.3.2 Peso Unitario y Rendimiento - NTP 339.046

**Tabla 20**

*Peso unitario y el rendimiento de cada diseño de mezcla obtenido - NTP 339.046*

ENSAYOS CON ADITIVO						
CONCRETO	CONCRETO f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 67)	CONCRETO f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 67)	CONCRETO f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 57)	CONCRETO f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 57)	CONCRETO f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 67) A/C 0.8	
Dosis	0.55%	0.55%	0.30%	0.30%	0.50%	
Relación a / c	-	0.61	0.70	0.65	0.65	0.80
P.U. Teórico	Kg/m <sup>3</sup>	2327.7245	2315.38	2347.25	2330.72	2283.62
P.U. Real	Kg/m <sup>3</sup>	2300	2290	2270	2280	2260
Rendimiento		0.99	0.99	0.97	0.98	0.99

Nota. Como se aprecia en la Tabla 20 se aprecia los resultados del peso unitario en el cual para el concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 67) con dosis de 0.55% de aditivo se obtuvo 2300 kg/m<sup>3</sup>, así mismo la muestra f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 67) con dosis de 0.55% de aditivo logró 2290 kg/m<sup>3</sup>, así mismo la muestra f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 57) con dosis de 0.30% de aditivo

alcanzó 2270 kg/m<sup>3</sup>, así misma la muestra f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 57) con dosis de 0.30% de aditivo alcanzó 2280 kg/m<sup>3</sup>, finalmente el f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 67) con dosis de 0.50% de aditivo alcanzó 2260 kg/m<sup>3</sup>, Como se puede ver en todos los resultados, el peso unitario y el rendimiento están dentro de los rangos establecidos por la norma ASTM C138 lo cual da a ver que el concreto es convencional para un buen uso en viviendas.

#### 4.3.3 Temperatura - NTP 339.184

**Tabla 21**

*Temperatura del concreto en estado fresco y el ambiente - NTP 339.184*

ENSAYOS CON ADITIVO						
CONCRETO	CONCRETO f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 67)	CONCRETO f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 67)	CONCRETO f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 57)	CONCRETO f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 57)	CONCRETO f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 67) A/C 0.8	
Dosis	0.55%	0.55%	0.30%	0.30%	0.50%	
Relación a / c	-	0.61	0.70	0.65	0.65	0.80
Temp. Ambiente	°C	18.6	18.60	16.70	16.70	18.90
Temp. Concreto	°C	19.6	18.90	21.60	19.40	20.90

Nota. Como se aprecia en la Tabla 21 se aprecia los resultados de la temperatura del concreto en el cual para el concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 67) con dosis de 0.55% de aditivo se obtuvo 19.6 °C, así mismo la muestra f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 67 ) con dosis de 0.55% de aditivo logró 18.9 °C, así mismo la muestra f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 57) con dosis de 0.30% de aditivo alcanzó 21.6 °C, así misma la muestra f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 57) con dosis de 0.30% de aditivo alcanzó 19.4 °C, finalmente el f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 67) con dosis de 0.50% de aditivo alcanzó 20.9 °C, Como se puede ver en todos los resultados, la temperatura están dentro de los rangos establecidos por la norma NTP 339.184 lo cual da a ver que el concreto está dentro de los parámetros establecidos.

#### 4.3.4 Contenido de Aire – ASTM C231

**Tabla 22**

*Porcentaje de aire en el concreto - ASTM C231*

ENSAYOS CON ADITIVO						
CONCRETO	CONCRETO f'c 210 kg/cm2 (Huso 67)	CONCRETO f'c 175 kg/cm2 (Huso 67)	CONCRETO f'c 210 kg/cm2 (Huso 57)	CONCRETO f'c 175 kg/cm2 (Huso 57)	CONCRETO f'c 175 kg/cm2 (Huso 67) A/C 0.8	
Dosis	0.55%	0.55%	0.30%	0.30%	0.50%	
Relación a / c	-	0.61	0.70	0.65	0.65	0.80
% de Aire	%	2	2.00	2.50	3.00	3.50

Nota. Como se aprecia en la Tabla 22 se aprecia los resultados de la contenido de aire del concreto en el cual para el concreto f'c 210 kg/cm2 (Huso 67) con dosis de 0.55% de aditivo se obtuvo 2%, así mismo la muestra f'c 175 kg/cm2 (Huso 67) con dosis de 0.55% de aditivo logró 2%, así mismo la muestra f'c 210 kg/cm2 (Huso 57) con dosis de 0.30% de aditivo alcanzó 2.50%, así misma la muestra f'c 175 kg/cm2 (Huso 57) con dosis de 0.30% de aditivo alcanzó 3%, finalmente el f'c 175 kg/cm2 (Huso 67) con dosis de 0.50% de aditivo alcanzó 3.50 %, Como se puede ver en todos los resultados, el % de aire están dentro de los rangos establecidos por la norma ASTM C231 lo cual da a ver que el concreto es convencional para un buen uso en viviendas.

#### 4.3.5 Resistencia a la Compresión – ASTM C39

##### **Resistencia de la curva patrón**

Se realizó la rotura de probetas de la curva patrón para poder saber a partir de que resultados se puede obtener el concreto solicitado

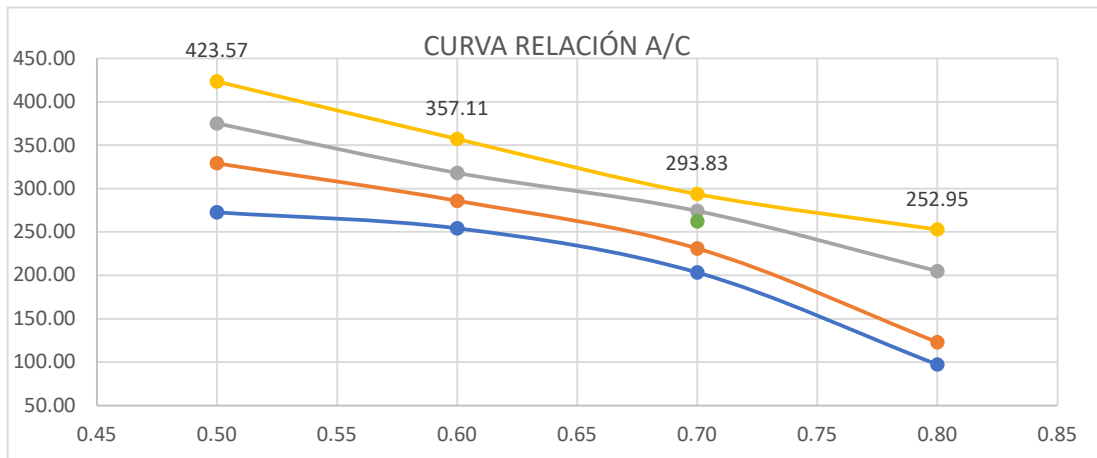
**Tabla 23***Resistencia de la curva patrón*

<b>Identificación</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Porcentaje alcanzado</b>
CURVA PATRÓN	3	272.51	129.77%
Relación a / c	7	329.23	156.78%
0.5	14	375.07	178.60%
	28	423.57	201.70%
CURVA PATRÓN	3	254.29	121.09%
Relación a / c	7	286.02	136.20%
0.6	14	318.18	151.52%
	28	357.11	170.05%
CURVA PATRÓN	3	203.38	96.85%
Relación a / c	7	231.10	110.05%
0.7	14	274.33	274.33%
	28	293.83	139.92%
CURVA PATRÓN	3	97.11	46.24%
Relación a / c	7	122.90	58.52%
0.8	14	204.67	204.67%
	28	252.95	120.45%

*Nota. Elaboración Propia*

**Figura 26**

*Curva relación Agua – Cemento Vs. Resistencia a Compresión*



*Nota.* Se aprecia en la Tabla 23 y Figura 26 los resultados de resistencia a compresión del concreto patrón (CP), para el concreto con relación a/c 0.5 logró 423.57 kg/cm<sup>2</sup>; seguidamente por la muestra patrón con relación a/c 0.6 logró 357.11 kg/cm<sup>2</sup>, por su parte la muestra con relación a/c 0.7 logró 293.83 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente la muestra con relación a/c 0.8 logró 252.95 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la menor de todas.

#### 4.3.6 Resistencia a compresión de la concreto con aditivos

##### Diseño de mezcla con aditivos:

Se realizó diseños de mezcla con Aditivos para un concreto 210 y 175 con Huso 67 y un asentamiento de 4' a 6' dándonos como resultados una relación agua cemento de 0.61 y de 0.7 respectivamente dejándonos el siguiente gráfico respecto a la curva patrón:

Donde como se detalló anteriormente para un diseño de  $f'c$  210 con un margen de seguridad debería de llegar a un  $f'cr$  de 294 kg/cm<sup>2</sup> siendo superado como se puede apreciar en el gráfico. De la misma forma para el  $f'c$  175 donde el  $f'cr$  debería ser 259 kg/cm<sup>2</sup> donde se ve que supera el monto a una fecha de rotura de 28 días. Se recomienda el uso de estos dos tipos de diseños para la producción de concreto embolsado seco con esas características. Estos mismos dejan una merma ya que al momento de comercializar este concreto será un poco incierto si las personas que usan este mismo cumplan con todas las indicaciones que se dejará en constancia.

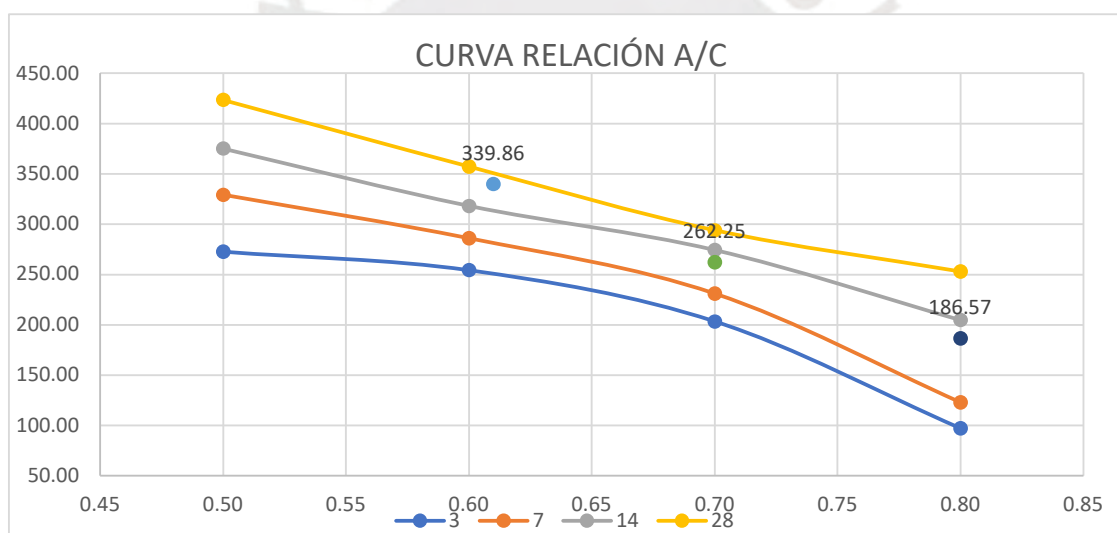
**Tabla 24**

*Curva relación Agua – Cemento Vs. Resistencia a Compresión del concreto con aditivos*

<b>ENSAYOS CON ADITIVO</b>	3	256.29	<b>122.04%</b>
<b>CONCRETO f'c 210 kg/cm2 (Huso 67)</b>	7	313.37	<b>149.23%</b>
	14	304.3	<b>144.91%</b>
	28	339.86	<b>161.84%</b>
<b>ENSAYOS CON ADITIVO</b>	3	202.32	<b>96.34%</b>
<b>CONCRETO f'c 175 kg/cm2 (Huso 67)</b>	7	220.21	<b>104.86%</b>
	14	231.17	<b>110.08%</b>
	28	262.25	<b>124.88%</b>

**Figura 27**

*Curva relación Agua – Cemento Vs. Resistencia a Compresión del concreto con aditivos*



*Nota.* Se aprecia en la Tabla 24 y Figura 27 los resultados de resistencia a compresión del concreto patrón (CP), para el concreto con aditivos con relación a/c 0.6 logró 339.86 kg/cm<sup>2</sup>, por su parte el concreto con aditivos con relación a/c 0.7 logró 262.25 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente la muestra con relación a/c 0.8 logró 186.57 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la menor de todas.

#### 4.4 RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECIFICO 04

##### Con respecto al objetivo específico 04:

Analizar el costo-beneficio de la producción de una planta de concreto embolsado seco a nivel industrial.

Se tiene que iniciar viendo las maquinas necesarias para poder producir una planta de concreto embolsado seco para lo cual se consideran los siguientes elementos:

##### 4.4.1 Maquinaria para producción – planta de concreto

**Tabla 25**

*Maquinas necesarias para producir una planta de concreto*

Serie	Nombre	Especificaciones	Cantidad	Potencia (KW)
1	Contenedor de arena mojada	SC2232 Motor de vibración MVI 100/3	2	0.4
2	Alimentador de banda	BG650	2	3
3	Transportador de banda para arena húmeda	B500*8.5m	2	3
4	Quemador (gas natural)	DS68 BLU	1	
5	Cámara de combustión	RS1625	1	
6	Secadora	Cuerpo: HG1625 Base: DZ1625 Motor: YE2-112M-4/4kw/B5	1	4
7	Contenedor de arena	CS1625	2	
8	Transportador de banda para arena seca	B500*6m	2	3
9	Pantalla lineal	ZS1020 Motor de vibración: YZS-10-6/O.75kw *2	1	0.75*2
10	Colector de polvo ciclónico	DXFI .2	1	0.65
11	Sistema de aire inducido	4-72-4A-5,5kW	1	5.5
12	Sistema de control	HGJ1625 Caja de alarma por falta de Material: DLBJ	1	1

*Nota.* Elaboración propia

**La descripción del funcionamiento es la siguiente:**

El proceso de producción en una planta de concreto embolsado seco se inicia con el almacenamiento del material en el contenedor de arena húmeda. Este material es posteriormente transportado a la secadora de materiales, que tiene una capacidad de 5 toneladas por hora. Después de ser secado, el material pasa por la tamizadora, donde las partículas son separadas según su tamaño.

Los materiales tamizados se almacenan en silos específicos para cemento, piedra y arena. A continuación, los materiales son transferidos a la tolva de pesaje, donde se miden las cantidades exactas necesarias para la mezcla de concreto. La mezcla se lleva a cabo en una mezcladora vertical, asegurando una combinación homogénea de los componentes.

Una vez mezclado, el producto se almacena en un silo de producto terminado con una capacidad de 2 toneladas. Desde allí, el concreto seco es envasado en sacos mediante la envasadora. Adicionalmente, existen tres silos pequeños destinados a aditivos, los cuales se incorporan a la mezcla según sea necesario para mejorar las propiedades del concreto.

El funcionamiento de esta planta de concreto embolsado seco permite una producción eficiente y de alta calidad, garantizando que el producto final cumpla con los estándares y expectativas del mercado.

Para lo cual se tiene una cotización del costo de la planta completa de 270,000 USD con una producción esperada de 5-10 ton/h en la cual al instalar la planta funciona a un 50% de capacidad esto se tendría como una inversión inicial adjunta a la maquinaria espacios y equipos necesarios para que esta planta pueda entrar en funcionamiento:

Para ello como no tenemos un registro histórico hallaremos la producción anual esperada:

Para determinar la producción anual de sacos de concreto embolsado seco, se realizarán los siguientes cálculos:

La planta produce 10 toneladas por hora, pero opera al 50% de su capacidad, por lo que su producción efectiva es de:

$$10 \text{ ton/h} * 0.5 = 5 \text{ ton/h}$$

Cada saco de concreto embolsado seco pesa 40 kg, lo que equivale a 0.04 toneladas. Por lo tanto, el número de sacos producidos por hora es:

$5 \text{ ton/h} / 0.04 \text{ ton/saco} = 125 \text{ sacos/h}$

La planta opera 7 horas al día, por lo cual sería  $7\text{h} * 125 \text{ bolsas por hora}$  nos darían lo que es 875 bolsas por días, como tenemos dos tipos de material se asumirá una producción de un 50% de cada uno lo cual es 437.50 bolsas de cada tipo y para tener una producción mensual se considera la cantidad de 30 días lo cual tendría 13,125.00 bolsas de cada tipo mensuales teniendo un total anual de 315,000 bolsas en su totalidad.

#### **4.4.2 Inversión de la propuesta**



**Tabla 26**

*Inversión de la propuesta*

<b>INVERSIÓN DE LA PROPUESTA</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
	Material de referencia teórica (libros online, revistas)	S/400	2	S/800
	Estanterías nuevas para almacén	S/800	8	S/6,400
	Licencia de Programa	S/7,800	1	S/7,800
	Pizarra Acrílica 120 x 80 cm	S/100	4	S/400
	Computadoras	S/2,500	3	S/7,500
<b>Materiales y tecnológicos</b>	Máquina laminadora térmica fría de 13 pulgadas para A3/A4/A5/A6	S/310	1	S/310
	Etiquetas y señalizaciones de limpieza	S/25	25	S/625
	Etiquetas adhesivas, carteles y placas de estantería de color	S/6.0	450	S/2,700
	Impresión de manuales, procedimientos, checklist	S/50.0	8	S/400
	Paquete x 100 Micas para enmicadora A4 125 micrones	S/110.0	3	S/330
	Otros materiales (post-it, plumones, planos, anuncios, etc.)	S/400	1	S/400
	Tablet para operario de almacén	S/2,600	1	S/2,600
<b>RRHH</b>	HH invertidas en las capacitaciones (S/. por hora)	S/18	146.5	S/2,637.00
	Personal externo de capacitación (S/. por hora)	S/120	15.5	S/1,860.00
<b>Maquinas</b>	Planta de producción de concreto embolsado seco	S/1,009,800	1	S/1,009,800
	Minicargador	S/170,000	1	S/170,000
<b>Infraestructura</b>	Infraestructura para colocación de plantas	S/112,200.00	1	S/112,200
<b>Colchón económico</b>	Gastos no planeados que pueden ocurrir	S/20,000	1	S/20,000
<b>Inversión Total:</b>				<b>S/1,346,762</b>

Nota. Elaboración propia

Teniendo una inversión total de S/. 1,346,762 soles la cual se considera la inversión inicial del proyecto. A partir de ello tenemos que hacer un desglose de los costos que deberíamos tener para poder producir una bolsa de concreto para ello a continuación detallaremos los costos de obtención de material en planta:

#### 4.4.3 Costos Unitarios

**Tabla 27**

*Costos de agregados por Kg*

Tipo de Agregados	Costo por m <sup>3</sup>	Costo por Volquetada	Peso por m <sup>3</sup>	Costo por kg
Piedra Chancada de 1/2 pulgada	S/ 55.00	S/ 825.00	1623	S/ 0.0339
Arena gruesa para concreto estructural	S/ 40.00	S/ 600.00	1382	S/ 0.0289

Nota. Se aprecia en la tabla el costo de los agregados por Kg, en el cual para la Piedra Chancada de 1/2 pulgada tiene un costo por m<sup>3</sup> de S/ 55.00, teniendo un peso 1m<sup>3</sup> de 1623 kg, esto haciendo un costo de S/ 0.0339; por otro lado, Arena gruesa para concreto estructural tiene un costo por m<sup>3</sup> de S/ 40.00, teniendo un peso 1m<sup>3</sup> de 1382 kg, esto haciendo un costo de S/ 0.0289.

**Tabla 28**

*Costo y traslado del cemento*

Costo y traslado del cemento				
Cemento	Ton	30	S/ 14,500.00	Precio por kg S/ 0.55
Flete	viaje	1	S/ 2,000.00	
Total			S/ 16,500.00	

Nota. Se aprecia en la tabla el costo y traslado del cemento, en el cual 30 toneladas de cemento tienen un costo de S/ 14,500.00, y el traslado S/ 2,000.00, teniendo un total de S/ 16,500.00, haciendo, un precio por kg de S/ 0.55.

**Tabla 29**

*Costo y traslado de aditivo*

Costo y traslado de aditivo				
Aditivo	Cantidad	Costo por kg	Flete por kg	Precio por kg
ECO PV 09	kg	S/ 9.66	S/ 0.25	S/ 9.91

Nota. Se aprecia en la tabla el Costo y traslado de aditivo, en el cual el aditivo ECO PV 09, tiene un costo de S/ 9.66 por kg, el traslado de S/ 0.25, teniendo un costo de S/ 9.91 por kg.

**Tabla 30***Costo de material de envase*

Costo de material de envasado			
Ítem	Unidad	Costo	Costo con flete
Saco de papel Kraft	bolsa	S/ 1.35	S/ 1.39

Nota. Se aprecia en la tabla el Costo de material de envase, en el cual el material de envase por cada unidad tiene un costo de S/ 1.35, el traslado de S/ 1.39.

Teniendo estos costos se procede a realizar el desgredado de costo por m<sup>3</sup> y posteriormente el costo por bolsa que tendría cada uno como es el caso del concreto 210 y el concreto 175.

**Tabla 31***Costo de Concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> y f'c=175kg/cm<sup>2</sup>*

		CONCRETO f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 67)	CONCRETO f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 67)	CONCRETO f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 67)	CONCRETO f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> (Huso 67)
<b>ADITIVO</b>	<b>Dosis</b>	<b>0.55%</b>	<b>0.55%</b>	<b>COSTO POR M3</b>	
	Kg	1.5345	1.375		
Cemento Andino Tipo I	Kg/m <sup>3</sup>	<b>279</b>	<b>250</b>	S/153.45	S/ 137.50
Arena	Kg/m <sup>3</sup>	1006	1013	S/ 29.12	S/ 29.32
Piedra Huso 67	Kg/m <sup>3</sup>	871	876	S/ 29.52	S/ 29.69
Aditivo	Kg	1.53	1.38	S/ 15.21	S/13.63
P.U. Seco	Kg/m <sup>3</sup>	2157.5345	2140.375	S/ 227.29	S/ 210.13
CANTIDAD DE BOLSAS POR m <sup>3</sup>		53.94	53.51	<b>COSTO POR BOLSA</b>	
		53	53	S/ 227.29	S/ 210.13
VOLUMEN DE LA BOLSA m <sup>3</sup>	0.02508	54	53	S/ 4.29	S/ 3.96
SACO DE PAPEL KRAFT		1		S/ 1.39	

Nota. Elaboración propia

Con estos diseños que pueden variar dependiendo de los diseños de mezclas que se tengan se tiene que obtener los costos de los insumos mensuales que se necesita para obtener la inversión anual para este proyecto:

**Tabla 32**

Costo de insumos para Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=175\text{kg/cm}^2$

Nota. Elaboración propia

Peso del insumo en una bolsa (kg)	Costo por S/.	Costo unitario de la bolsa de concreto
5.26	4.72 S/ 0.55	S/ 2.90 S/ 2.59
18.98	19.11 S/ 0.0289	S/ 0.55 S/ 0.55
16.43	16.53 S/ 0.0339	S/ 0.56 S/ 0.56
0.03	0.03 S/ 9.91	S/ 0.29 S/ 0.26
Bolsa	S/ 1.39	S/ 1.39 S/ 1.39
Total, costo de insumos		S/ 5.68 S/ 5.35

**Tabla 33**

Costo de unitario de la bolsa de concreto

CONCRETO $f'c$ 210 $\text{kg/cm}^2$ (Huso 67)	CONCRETO $f'c$ 175 $\text{kg/cm}^2$ (Huso 67)	Total	Porcentaje de incidencia de costo por bolsa	
Costo total de los insumos necesario de cada tipo de concreto (MENSUAL)				
S/ 38,000.59	S/ 34,050.71	S/ 72,051.30	51%	48%
S/ 7,210.62	S/ 7,260.79	S/ 14,471.41	10%	10%
S/ 7,310.15	S/ 7,352.12	S/ 14,662.27	10%	10%
S/ 3,765.86	S/ 3,374.43	S/ 7,140.28	5%	5%
S/ 18,243.75	S/ 18,243.75	S/ 36,487.50	24%	26%
			100%	100%

Nota. Elaboración propia

A partir de esto tenemos dos costos de insumos que es de S/. 5.68 para el concreto 210 y de 5.35 para el concreto 175 que sería los costos de obtención de insumos por bolsa. Luego de ello debemos obtener los Costos y gastos operativos los cuales Comprenden en los pronósticos

mantenimientos, checklist y el desecho de productos vencidos. El siguiente cuadro se detalla a continuación:

#### 4.4.4 Costos operativos

Como costo operativo aparte del insumo previamente explicado se considera el personal que se tendrá en la planta general por lo cual se ha considerado un plantel de una planta común de concreto en la cual comprende tanto el área administrativa como la mano de obra necesaria para la producción de este producto:

**Tabla 34**

*Costo operativo*

PROCESO	DESCRIPCIÓN	MES 1	TOTAL, ANUAL
Personal	1 jefe	S/6,000	S/72,000
	3 auxiliares	S/4,500	S/54,000
	2 operador de planta	S/5,000	S/60,000
	1 operador de montacarga	S/1,500	S/18,000
	1 supervisor de producción	S/3,000	S/36,000
	1 Técnicos de mantenimientos	S/2,000	S/24,000
	1 ventas	S/1,600	S/19,200
	1 personal administrativo	S/1,500	S/18,000
	1 almacenero	S/1,400	S/16,800

Nota. Se aprecia de la tabla que la planilla anual, considerando 1 jefe, 3 auxiliares, 2 operadores de planta, 1 operador de montacarga, 1 supervisor de producción, 1 técnico de mantenimiento, 1 personal de ventas, 1 personal administrativo, 1 almacenero; todo lo anterior teniendo un costo anual acumulado sería un valor de S/. 318,000 soles que nos sirve para poder hallar los gastos anuales.

#### 4.4.5 Gastos operativos

A partir de ello se puede definir también los gastos operativos como aquellos que no se envuelven detalladamente en la producción del producto, pero son necesarios para que la planta como tal pueda funcionar:



Actualización de procedimientos y checklists	Impresión de manuales, procedimientos, checklist actualizados												S/400	S/400
Promover la mejora continua	Capacitaciones constantes de mejora continua											S/2,800		S/2,800
Personal	1 jefe	S/6,000	S/6,000	S/6,000	S/6,000	S/6,000	S/6,000	S/6,000	S/6,000	S/6,000	S/6,000	S/6,000	S/6,000	S/72,000
	3 auxiliares	S/4,500	S/4,500	S/4,500	S/4,500	S/4,500	S/4,500	S/4,500	S/4,500	S/4,500	S/4,500	S/4,500	S/4,500	S/54,000
	2 operador de planta	S/5,000	S/5,000	S/5,000	S/5,000	S/5,000	S/5,000	S/5,000	S/5,000	S/5,000	S/5,000	S/5,000	S/5,000	S/60,000
	1 operador de montacarga	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/18,000
	1 supervisor de producción	S/3,000	S/3,000	S/3,000	S/3,000	S/3,000	S/3,000	S/3,000	S/3,000	S/3,000	S/3,000	S/3,000	S/3,000	S/36,000
	1 Técnicos de mantenimientos	S/2,000	S/2,000	S/2,000	S/2,000	S/2,000	S/2,000	S/2,000	S/2,000	S/2,000	S/2,000	S/2,000	S/2,000	S/24,000
	1 ventas	S/1,600	S/1,600	S/1,600	S/1,600	S/1,600	S/1,600	S/1,600	S/1,600	S/1,600	S/1,600	S/1,600	S/1,600	S/19,200
	1 personal administrativo	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/18,000
	1 almacenero	S/1,400	S/1,400	S/1,400	S/1,400	S/1,400	S/1,400	S/1,400	S/1,400	S/1,400	S/1,400	S/1,400	S/1,400	S/16,800
Eliminar productos vencidos	Servicio de eliminación de bolsas vencidas y analizadas						S/2,590						S/2,590	S/5,180

Nota. Se aprecia en la tabla presenta los costos asociados a diferentes servicios y productos. A continuación, se destacan algunos de los elementos y sus respectivos costos. El costo total anual es de S/ 599,399. Este valor nos servirá para analizar y determinar en cuántos años se podrá lograr el retorno de la inversión.

#### 4.4.6 Flujo de Caja

Para poder realizar el FLUJO DE CAJA necesario para conocer la inversión total del proyecto se necesita conocer lo que es el Modelo de Valoración de Activos Financieros (CAPM, por sus siglas en inglés) El CAPM es un modelo financiero que se utiliza para determinar el rendimiento esperado de un activo en función de su riesgo sistemático (medido por la beta) en comparación con el mercado en general. Con el CAPM es fundamental poder hallar el COK el cual se detalla a continuación:

¿Qué es el COK?

El COK se refiere al retorno que se podría haber obtenido si los recursos se hubieran invertido en la mejor alternativa disponible con el mismo nivel de riesgo. En otras palabras, es el beneficio perdido al elegir una opción de inversión sobre otra.

El COK es fundamental para:

1. **Evaluar Proyectos de Inversión:** Ayuda a las empresas a comparar diferentes proyectos de inversión y decidir cuál es el más rentable.
2. **Toma de Decisiones Financieras:** Permite a los inversores y gerentes comprender el impacto de sus decisiones en términos de rendimientos esperados.
3. **Asignación de Recursos:** Facilita la asignación eficiente de recursos limitados a las opciones que proporcionen el mayor beneficio económico.

Para poder hallar el COK se necesita de 4 factores:

1. **Tasa de Libre de Riesgo (Rf):** Es el rendimiento de una inversión sin riesgo, como los bonos del gobierno.
2. **Beta (B):** Es una medida de la volatilidad del activo en relación con el mercado en general.
3. **Rentabilidad del Mercado (Rm):** Es el rendimiento esperado del mercado en su conjunto.
4. **Riesgo País (PRP):** Es la prima de riesgo adicional asociada con invertir en un país específico, sobre la tasa libre de riesgo.

La fórmula CAPM ajustada para incluir el Riesgo País (PRP) es:

$$COK = Rf + \beta * (Rm - Rf + PRP)$$

## 5 Desglose de la Fórmula:

- **Rf:** Tasa libre de riesgo.
- **B:** Beta del activo.
- **Rm - Rf:** Prima de riesgo del mercado.
- **PRP:** Prima de riesgo país.

Para lo cual hallamos los siguientes datos de cada uno a continuación teniendo como dato principal que es un material para construcción, presentamos los datos a continuación:

### 4.4.6.1. Cálculo del COK

**Tabla 36**

*Cálculo de COK*

Cálculo del COK	
Riesgo país (PRP)	1.96%
Rentabilidad mercado (Rm)	8.40%
Tasa de libre riesgo (Rf)	5.49%
Beta (B)	1.36
COK (anual)	11.4%

Se obtiene un valor de COK (anual) de 11,4%, lo cual indica que es una inversión de alto riesgo:

- **COK Alto = Mayor riesgo, mayores expectativas de retorno, mayores costos de financiamiento.**
- **COK Bajo = Menor riesgo, menores expectativas de retorno, menores costos de financiamiento.**

Con todo esto Podemos obtener un flujo de caja económico para poder averiguar en cuantos años de retorno tendremos el dinero que hemos invertido en este proyecto:

**Tabla 37**

*Cantidad de pedidos pronosticados*

Cantidad de pedidos pronosticados	315,000	x
Crecimiento anual en ventas	4.00%	
COK	11.4%	

Se aprecia en la tabla el crecimiento anual de ventas fue hallado en base a los datos históricos de diversas empresas que se dedican a la producción de concreto con esto podemos estimar su proyección anual los siguientes 5 años para que pueda ser factible el proyecto o no. Para ello se presentará a continuación la proyección de ventas totales de los siguientes años.

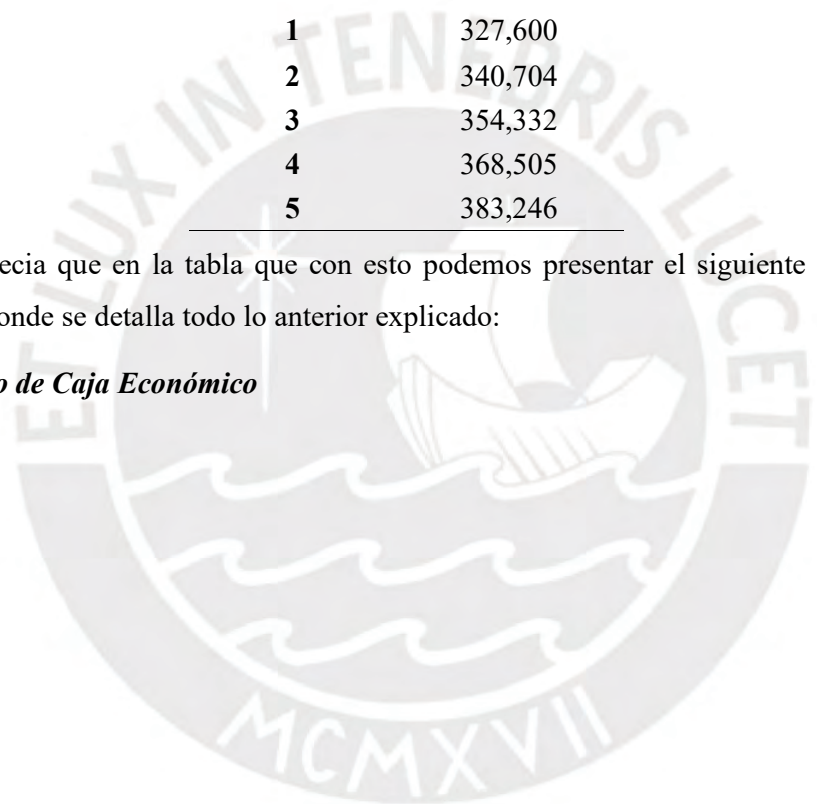
**Tabla 38**

*Proyección de ventas totales*

<b>Año</b>	<b>Proyección de ventas totales</b>
<b>0</b>	315,000
<b>1</b>	327,600
<b>2</b>	340,704
<b>3</b>	354,332
<b>4</b>	368,505
<b>5</b>	383,246

Nota. Se aprecia que en la tabla que con esto podemos presentar el siguiente flujo de caja económico donde se detalla todo lo anterior explicado:

**4.4.6.2. Flujo de Caja Económico**



**Tabla 39**

*Flujo de caja económico*

		<b>Flujo De Caja Económico</b>					
<b>AÑO</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
<b>Proyección por crecimiento de ventas</b>		12,600	13,104	13,628	14,173	14,740	
Ventas		S/3,112,200	S/3,236,688	S/3,366,156	S/3,500,802	S/3,640,834	
Costos-Variables		- 1,806,714	- 1,878,983	- 1,954,142	- 2,032,308	- 2,113,600	
Costos Operativos		- 318,000	- 318,000	- 318,000	- 318,000	- 318,000	
Gastos operativos		- 237,399	- 237,399	- 237,399	- 237,399	- 237,399	
Depreciación Activo Fijo		- 239,402	- 239,402	- 239,402	- 239,402	- 239,402	
<b>U.A.D.I = Utilidad Antes de Impuesto</b>		<b>510,685</b>	<b>562,905</b>	<b>617,213</b>	<b>673,693</b>	<b>732,433</b>	
Impuesto <b>29.0%</b>		- 148,098.70	- 163,242.34	- 178,991.72	- 195,371.08	- 212,405.62	
<b>Utilidad Neta</b>		362,586	399,662	438,221	478,322	520,028	
(+) Depreciación de activos fijos		239,402	239,402	239,402	239,402	239,402	
Inversión		-	-	-	-	-	
	1,346,762						
<b>Flujo de efectivo neto</b>		<b>1,346,762</b>	<b>601,988</b>	<b>639,064</b>	<b>677,623</b>	<b>717,724</b>	
	<b>1,346,762</b>	<b>601,988</b>	<b>639,064</b>	<b>677,623</b>	<b>717,724</b>	<b>759,430</b>	
<i>F.C.E en t=0 @ 11.41%</i>	- 1,346,762	540,348	514,891	490,054	465,906	442,500	
<i>F.C.E en t=0 @ 10% ACUMULADO</i>	- 1,346,762	- 806,414	- 291,524	198,530	664,436	1,106,936	

Nota. Elaboración propia

En la cual como podemos ver previamente tenemos el total de ventas proyectadas anualmente y aparte de ello tenemos todos los gastos necesarios para la producción de concreto embolsado como son costos variables, operativos, gastos operativos y la depreciación de activo fijo del cual se está considerando una depreciación en línea recta ya que es un flujo de caja aproximado.

A partir de ello, se obtiene una utilidad y se puede obtener el impuesto que se toca pagar anualmente para así poder obtener la utilidad neta anual, el cual promedia anualmente un monto aproximado de 600,000 soles con estos datos podemos hallar lo que es el flujo de efectivo neto.

En la parte final del cuadro se puede apreciar el flujo de caja económico a un tiempo cero y luego el acumulado en la parte inferior, en la cual se ve en una proyección de 5 años cuanto sería la utilidad esperada habiendo pagado la inversión inicial y teniendo una utilidad acumulada de 1,106,936 soles de los cuales pueden usarse para poder proyectar este proyecto a un nivel mayor.

#### 4.4.6.3. VAN y TIR

Ahora detallaremos el tiempo en el cual se necesita para poder recuperar la inversión inicial:

**Tabla 40**

*Tiempo de retorno*

<b>TASA (COK)</b>	<b>11.41%</b>
<b>TIR TASA INTERNA DE RETORNO</b>	<b>39%</b>
<b><u>VAN@11.41%</u></b>	<b>S/1,106,936</b>
<b>PRDF</b>	3.49
<b>RBCF</b>	1.82

Se aprecia en la tabla la Tasa Interna de Retorno (TIR) es una métrica clave en la evaluación de proyectos y se utiliza para determinar la rentabilidad de una inversión. Se define como la tasa de descuento que iguala el Valor Actual Neto (VAN) de todos los flujos de caja futuros de un proyecto a cero. En otras palabras, es la tasa a la cual la suma de los flujos de caja descontados iguala la inversión inicial.

1. **Fórmula del VAN:** 
$$VAN = \sum \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - I$$
 Donde:

- $FC_t$  = Flujo de caja en el periodo  $t$
- $t$  = Periodo (1, 2, 3, ..., n)
- $I$  = Inversión inicial

2. **Igualar el VAN a cero:** Para hallar la TIR, se iguala el VAN a cero y se resuelve la ecuación para TIR: 
$$0 = \sum \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - I$$
3. **Método de prueba y error o herramientas computacionales:**
  - **Prueba y error:** Manualmente probar diferentes tasas de descuento hasta encontrar la que hace que el VAN sea cero.
  - **Hojas de cálculo:** Utilizar funciones predefinidas en software como Excel. La función =TIR () en Excel puede calcular automáticamente la TIR introduciendo los flujos de caja.
4. **Interpretación de la TIR:** Si la TIR es mayor que la tasa de descuento requerida o el costo de capital, el proyecto es viable. Si la TIR es menor, el proyecto no es recomendable.

Para ello como se parecía tenemos una TIR de 39% y un COK de 11.41% por lo cual el proyecto es viable. Se logra tener una VANF@11.41% de S/. 1,106,936. Y teniendo un periodo de recuperación del flujo de fondos es de 3.49 años como se aprecia en el flujo de caja y una relación Beneficio-Costo financiero, si es mayor a uno se recomienda aceptar el proyecto que en este caso es 1.82. Por lo cual este proyecto realizado en la región Junín se considerará aceptado mediante un análisis de flujo de caja económico.



## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

#### **Conclusión general**

Se concluye para el objetivo general, que la producción y comercialización de concreto embolsado seco en la región central del Perú es viable y presenta un alto potencial de aceptación en el mercado, con un 74.65% de encuestados dispuestos a utilizarlo en la construcción de sus viviendas y un 74.65% que lo considera recomendable para personas sin experiencia en construcción. La caracterización de los agregados locales demuestra que cumplen con la mayoría de los estándares normativos, aunque requieren ajustes granulométricos y tratamientos para mejorar su durabilidad. El desempeño del concreto embolsado seco fabricado con estos materiales es óptimo para aplicaciones residenciales, cumpliendo con los requisitos de asentamiento, peso unitario, contenido de aire y resistencia a compresión. Sin embargo, el análisis costo-beneficio revela que, si bien la inversión inicial es de S/. 1,346,762 y la producción efectiva es de 315,000 bolsas anuales, los costos operativos y de insumos representan un reto financiero que debe ser gestionado eficientemente para garantizar la rentabilidad del proyecto.

#### **Conclusión 01**

Se concluye para el objetivo específico 01 en base a nuestros resultados los que evidencian una alta aceptación del concreto embolsado seco en la región de estudio, particularmente en el sector de la construcción, como lo demuestra el hecho de que 31.36% de los encuestados pertenecen a la especialidad de ingeniería civil, quienes impulsan esta tendencia positiva. Además, 74.65% de los participantes indicaron que utilizarían este producto para la construcción de sus viviendas, destacando su potencial como una solución práctica y confiable. Respecto a la percepción de precios, el 28.54% de los encuestados prefirió un precio de S/ 10.00, lo que evidencia una sensibilidad hacia costos accesibles, aunque precios de S/ 11.00 y S/ 12.00 también fueron aceptables para una parte significativa (23.30% y 25.35%, respectivamente). Por último, el 74.65% de los encuestados consideró recomendable el uso del concreto embolsado seco para personas sin experiencia en construcción, resaltando su facilidad de uso y accesibilidad, lo que refuerza su viabilidad en el mercado como un material innovador y práctico para proyectos residenciales y públicos.

### **Conclusión 02**

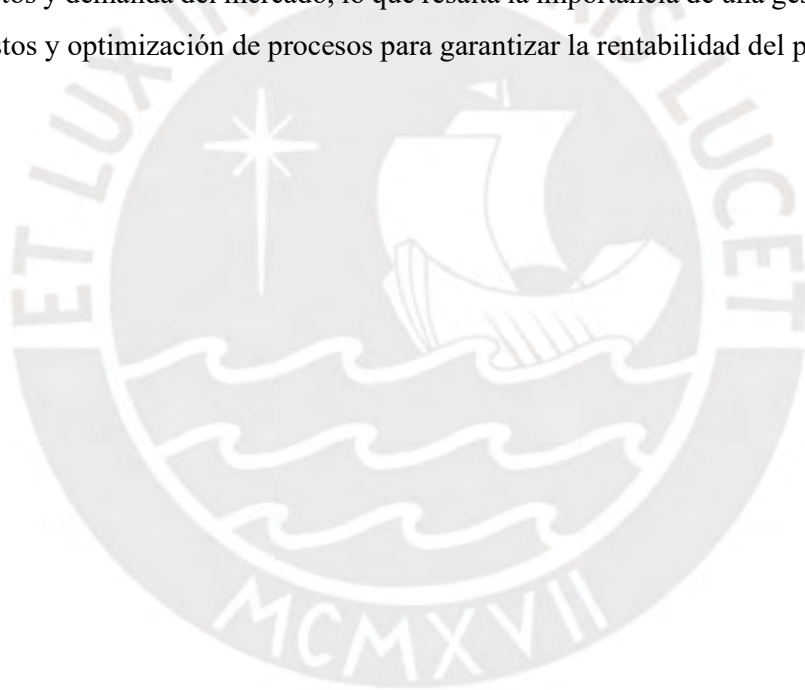
Se concluye para el objetivo específico 02 en base a nuestros resultados, La caracterización de los agregados finos y gruesos disponibles en la región central del Perú demostró que el agregado fino presenta un módulo de finura de 2.56 y una densidad de 2.63 g/cm<sup>3</sup>, mientras que el agregado grueso tiene una densidad de 2.70 g/cm<sup>3</sup> y una absorción del 1,2%, valores que cumplen con los estándares normativos. Además, se identificaron desviaciones en la granulometría, principalmente en los tamices de 3/8" y 1/2", con un 14% y 18% fuera del rango, respectivamente, lo que impacta en la compacidad y trabajabilidad. Los lineamientos propuestos incluyen procesos de lavado para reducir finos excesivos, ajustes granulométricos mediante tamizado mecánico, y un almacenamiento adecuado en ambientes controlados, asegurando la producción de agregados normalizados óptimos para aplicaciones de concreto estructural.

### **Conclusión 03**

Se concluye para el objetivo específico 03 en base a nuestros resultados el desempeño del concreto embolsado seco fabricado con los materiales de la zona cumple con los parámetros establecidos para concreto convencional utilizado en viviendas, según los ensayos realizados. En el ensayo de asentamiento, las muestras presentaron valores entre 4.5" y 5.5" para la mayoría de las combinaciones evaluadas, dentro del rango ideal de 4" a 6", excepto la muestra con  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> (Huso 57) y 0.30% de aditivo, que alcanzó 7", indicando una fluidez excesiva. Los resultados del peso unitario oscilaron en 2299 kg/m<sup>3</sup>, cumpliendo con la norma ASTM C138, mientras que las temperaturas estuvieron entre 18.9 °C y 21.6 °C, dentro del rango permitido por la NTP 339.184. El contenido de aire variaba de 2% a 3.5%, adecuado según la norma ASTM C231. La resistencia a compresión mostró que las muestras con relación agua/cemento de 0.5 alcanzaron 339.86 kg/cm<sup>2</sup> sin aditivos y 423.57 kg/cm<sup>2</sup> con aditivos, evidenciando que los aditivos reducen la resistencia, pero mantienen valores aceptables para aplicaciones en viviendas. Estos resultados confirman que el concreto embolsado seco es apto para construcciones residenciales en la zona estudiada.

#### **Conclusión 04**

Se concluye para el objetivo específico 04 en base a nuestros resultados del análisis costo-beneficio de la producción de una planta de concreto embolsado seco industrial indica que, con una inversión inicial de S/.1,346,762, una capacidad de producción efectiva de 5 toneladas por hora y una producción anual estimada de 315,000 bolsas, los costos de insumos por bolsa ascienden a S/.5.68 para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y S/.5.35 para concreto 175 kg/cm<sup>2</sup>. Además, los costos operativos anuales suman S/. 318,000, mientras que los gastos operativos alcanzan los S/. 599,399, lo que representa un compromiso financiero significativo. La evaluación financiera, basada en un crecimiento proyectado de ventas del 4% anual y un COK del 11.4%, refleja una inversión de alto riesgo con un horizonte de recuperación condicionado a la estabilidad de costos y demanda del mercado, lo que resalta la importancia de una gestión eficiente de costos y optimización de procesos para garantizar la rentabilidad del proyecto.



## **6.2 RECOMENDACIONES**

### **Recomendación general**

Se recomienda, para la producción y comercialización de concreto embolsado seco en la región central del Perú, implementar estrategias que optimicen los costos operativos y de insumos, garantizando la sostenibilidad financiera del proyecto. Esto incluye la mejora en la gestión de adquisiciones para reducir el costo por bolsa, la automatización parcial de procesos productivos para minimizar desperdicios y el desarrollo de alianzas estratégicas con proveedores locales. Además, se sugiere ajustar la granulometría de los agregados mediante tamizado y lavado, asegurando su cumplimiento con los estándares normativos y mejorando la durabilidad del producto. Finalmente, se sugiere ampliar el estudio a otros mercados regionales y evaluar la inclusión de aditivos que mejoren la resistencia y trabajabilidad del concreto, diversificando así la oferta de productos y fortaleciendo su competitividad en el sector construcción.

### **Recomendación 01**

Se recomienda para el objetivo específico 01 fomentar la promoción y capacitación sobre el uso del concreto embolsado seco, destacando sus ventajas de practicidad y accesibilidad, particularmente entre los sectores menos especializados en construcción. Es importante realizar campañas informativas que resalten su relación costo-beneficio y su facilidad de uso, dirigidas tanto a profesionales como a usuarios finales. Asimismo, se sugiere explorar la viabilidad de precios más competitivos, cercanos al rango preferido de S/ 10.00, para maximizar su aceptación en el mercado. Finalmente, futuras investigaciones podrían abordar la implementación del concreto embolsado seco en proyectos específicos, como viviendas de interés social o pequeñas obras públicas, evaluando su desempeño en condiciones reales de uso y diferentes contextos geográficos.

### **Recomendación 02**

Se recomienda para el objetivo específico 02 implementar procesos de mejora en la calidad de los agregados disponibles en la región central del Perú, priorizando el tratamiento del agregado grueso para reducir la pérdida por sulfato de sodio mediante técnicas como el recubrimiento con productos químicos o la selección de fuentes con menor degradación. química. Asimismo, es importante optimizar la granulometría

mediante un control en los procesos de tamizado y ajustes en las partículas retenidas en los tamices de 3/8" y 1/2". Para garantizar la estabilidad de los agregados, se sugiere invertir en infraestructura para un almacenamiento adecuado que minimice la contaminación y los cambios en sus propiedades físicas. Finalmente, se plantea como tema complementario evaluar el uso de otros materiales locales alternativos o reciclados que cumplan con los estándares normativos, promoviendo una mayor sostenibilidad en la producción de agregados para concreto estructural.

### **Recomendación 03**

Se recomienda para el objetivo específico 03 optimizar el diseño de mezcla del concreto embolsado seco mediante un control más preciso en la dosificación de aditivos para evitar una fluidez excesiva, como se inspecciona en la muestra con  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y 0.30% de aditivo. Esto puede lograrse ajustando la relación agua/cemento o utilizando aditivos modificados de viscosidad para mejorar la cohesión sin comprometer la trabajabilidad.

### **Recomendaciones 04**

Se recomienda para el objetivo específico 04 en base a nuestros resultados Se recomienda, en base al análisis costo-beneficio, implementar estrategias de optimización en los costos de insumos y operativos, priorizando la negociación con proveedores para reducir el costo por bolsa y mejorar la rentabilidad. Asimismo, se sugiere evaluar la incorporación de tecnologías automatizadas que permitan incrementar la eficiencia productiva y reducir los gastos operativos anuales. Para minimizar el riesgo financiero, se recomienda diversificar la oferta con nuevas formulaciones de concreto embolsado que respondan a diferentes segmentos del mercado. Finalmente, se plantea la posibilidad de ampliar la investigación hacia un estudio de viabilidad en otras regiones con demanda creciente o el análisis de impacto ambiental y sostenibilidad en la producción de concreto seco.

## BIBLIOGRAFIA

- Andía Arias, J. (2019). *Evaluación geotécnica del agregado morrénico y su influencia en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto - Sapallanga - Huancayo - Junín*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- CAPECO. (2018). Por la formalidad en la construcción de vivienda social . *Construcción e Industria*, 38-39.
- Carhuaricra Estrella, J. J. (2020). *Caracterización de agregados aluviales y evaluación de adherencia en distintas fuentes de producción para mezcla asfáltica en caliente*. Huancayo: Universidad Continental.
- Castro, F. (2021). INEI: Construcción creció en 41,9% por mayor ejecución de obras del sector privado y público en el primer trimestre. *Perú Construye*.
- CEMEX. (s.f.). Obtenido de Concreto Seco: [https://construrama.co.cr/wp-content/uploads/2016/08/Ficha\\_Concreto\\_Seco.pdf](https://construrama.co.cr/wp-content/uploads/2016/08/Ficha_Concreto_Seco.pdf)
- Flores, N. (2020). Análisis comparativo de costos y resistencia a la compresión del concreto tradicional y el concreto predosificado seco, Trujillo 2020. *Universidad Privada del Norte*. doi:<https://hdl.handle.net/11537/24150>
- Gobierno Regional de Huancavelica. (2021). *Plan de competitividad Regional de Huancavelica 2017-2021*. Huancavelica.
- Goicochea, D. (2018). ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO DOSIFICADO, MEZCLADO Y ENVASADO EN SECO PARA UN  $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$  , CON EL CONCRETO NORMAL ELABORADO EN OBRA. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA*. doi:[https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2529/T016\\_46518561\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2529/T016_46518561_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Guerrero, S., & Prado, Y. (2017). *Propuesta para la elaboración de una mezcla predosificada y premezclada de mortero y concreto al vacío para la utilización en obra en el Municipio de Ocaña, Norte de Santander*. [Tesis de titulación, Universidad Francisco de Paula Santander]. Repositorio UFPS. Obtenido de <http://repositorio.ufps.edu.co/handle/123456789/911>
- INEI. (2018). *Características de las viviendas particulares y los hogares*. Lima.
- INEI. (2021). *Informe técnico del Producto Bruto Interno Trimestral*. Lima.
- Jerves Lema, J. E., & Morocho Guamán, F. E. (2015). OPTIMIZACION DE LA OBTENCION DEL HORMIGON SECO A PARTIR DEL DISEÑO EXPERIMENTAL 2K. Cuenca, Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA.

- Machuca, J. (2019). *Automatización de una línea de envasado para concreto embolsado*. [Tesis de Titulación, Universidad Tecnológica del Perú]. Lima: Repositorio UTP. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2551>
- Marcilla Román, H. H. (2017). *Propuesta de un plan estratégico para la planta de concreto premezclado - Abancay de la empresa "Concreto Supermix S.A."*. Arequipa: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA.
- Meliza, A., Jose, & Cerna. (2024). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco. *Universidad Privada Antenor Orrego*. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12759/19051>
- Mesa, C., Guevara, M., & Chacon, L. (2010). Proyecto Integrador Presentado como Requisito Parcial para Optar el Título de Especialista en Gerencia de Proyectos. *Universidad Tecnológica de Bolívar*. doi:<https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0056232.pdf>
- Morillas, M., & Plasencia, D. (2018). Características mecánicas de un concreto premezclado en seco - concreto rápido  $F'C=210\text{ kg/cm}^2$  y su costo comparativo. *UPAO*. doi:<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4177>
- Morillas, M., & Plasencia, D. (23 de Enero de 2018). *Características mecánicas de un Concreto Premezclado en seco "Concreto Rápido"  $f_c = 210\text{ kg/cm}^2$  y su costo Comparativo*. Trujillo.
- Ninahuanca, C. (30 de Diciembre de 2020). Sector construcción se recupera y prevén avance significativo el 2021. *El Peruano*.
- NTP 339.034. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima.
- NTP 339.114. (2012). *CONCRETO. Concreto Premezclado*. Lima.
- Pacheco, J., & Vargas, Z. (2022). Estudio de factibilidad de una empresa que comercializa una fórmula premezclada en seco para hacer concreto en bultos de cinco kilogramos. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 6(6), 8316-8327. doi:[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i6.3999](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3999)
- Paviconj. (27 de Mayo de 2021). *Paviconj*. Obtenido de <https://www.paviconj-es.es/noticias/hormigon-seco/>
- Perú Construye. (2019). Concreto en obra: Material fundamental para la construcción. *Perú Construye*.
- Reyes, C. (2018). *Estudio comparativo del mortero de adherencia convencional y el mortero embolsado para la elaboración de muros de albañilería, Lima-2018*. [Tesis, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio UCV. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/24913>

- Reymundo, R., & Caller, S. (2020). Trabajabilidad del concreto con mezclas embolsadas y su influencia en la resistencia. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. doi: <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2020.17.1386>
- Rivera L., G. (s.f.). CONCRETO SIMPLE. Cauca.
- Roger, V., & Katty, R. (2022). Análisis comparativo del concreto  $f_c$  210kg/cm<sup>2</sup> con aditivo Ecoandina Y Neoplast 8500 HP, Pucallpa, 2022. *Universidad Cesar Vallejo*. doi:<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108894>
- Rojas Rayme, K. (2010). Análisis comparativo del comportamiento el concreto seco en condiciones producidas y recomendadas. Lima, Perú.
- Rueda, D., & Flórez, S. (2021). ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SECO DE 4000 PSI (280kg/cm<sup>2</sup>) REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y PET, EXPUESTO A TEMPERATURAS DE 300 °C A 500 °C. *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA*. doi:<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5cdf67a8-2830-4b93-a427-7af466503d86/content>
- Salamanca Correa, R. (2000). Los cementos adicionados. *CIENCIA E INGENIERIA NEOGRANADINA*, 77-83.
- Sánchez, A. (2020). Análisis comparativo del comportamiento mecánico demuros de albañilería entre el mortero convencional y morteroseco predosificado, Los Olivos-2020. *Universidad César Vallejo*. doi:[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72903/S%c3%a1nchez\\_CAD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72903/S%c3%a1nchez_CAD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Torres Rios, K. J. (2015). *Evaluación de la fluencia en la resistencia del concreto  $f_c = 1404$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f_c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f_c = 210$ kg/cm<sup>2</sup> usado agregado de río o agregado de cerro en Cajamarca*. Cajamarca: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.
- UNACEM. (16 de Enero de 2019). *MSDS – Hoja de Datos de Seguridad del Material Cemento Portland*. Villa María del Triunfo, Lima, Perú.
- Vivanco, J. (2021). Evaluación de la consistencia del concreto con aditivo SikaCem plastificante en mezclas secas embolsadas sobre la resistencia del concreto en la ciudad de Huancayo - 2019. *Universidad Continental*. doi:[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10525/1/IV\\_FIN\\_10\\_5\\_TE\\_Vivanco\\_Barzola\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10525/1/IV_FIN_10_5_TE_Vivanco_Barzola_2021.pdf)
- Yack, C., & Yodimir, C. (2023). Influencia de concreto embolsado en la resistencia de concreto con material de ladera en la ciudad de Huancavelica. *Universidad Nacional de Huacavelica*. doi:<https://repositorio.unh.edu.pe/items/1a56f442-fe0f-42df-8258-510fd489aa86>

## ANEXOS

### Anexo 01. Encuesta a especialistas

#### Concreto embolsado seco

Se plantea que este producto pueda ser elaborado y comercializado en la ciudad de Huancayo

\*Obligatorio

1. Número de CIP \*

\_\_\_\_\_

2. Apellido Paterno \*

\_\_\_\_\_

3. Apellido Materno \*

\_\_\_\_\_

4. Nombre \*

\_\_\_\_\_

5. Capitulo \*

Marca solo un óvalo.

- CIVIL
- SISTEMAS
- QUIMICA
- MINAS
- FORESTAL
- ELECTRICA
- AGRONOMIA
- ZOOTECNIA
- MECANICA
- ALIMENTARIAS
- INDUSTRIAL
- AMBIENTAL
- ELECTRONICA
- METALURGIA
- Otro: \_\_\_\_\_

6. A partir de la información dada, ¿Usted usaría este producto para la construcción de su vivienda? \*



### Respecto a la construcción

- 1** No es necesario contar con personal en la obra para el desarrollo y transporte de concreto.
- 2** Se puede llegar a cualquier lugar siempre y cuando las dimensiones de la carretera sean suficientes.
- 3** Es innecesario el espacio para el almacenaje de materia prima.
- 4** Ahorro en mano de obra por mayor productividad y mínimo desperdicio.
- 5** Mayor limpieza en la obra

Marca solo un óvalo.

Sí

<https://docs.google.com/forms/d/1bNQLbfy4-a3FHweS8UodvO28yEEcWYQIYVDUEzeV0w/edit>

3/6

12/21 6:23

Concreto embolsado seco

No

7. ¿A qué costo usted compraría este producto? En la siguiente imagen se detallan costos de este producto en la ciudad de Lima \*

## Costos de otros productos

### Costos en Lima



Concreto embolsado fácil  
40 kg  
**PEN 11.90**  
Promart



Concreto seco  
210 40kg  
**PEN 15.90**  
Real Plaza

Marca solo un óvalo.

13

<https://docs.google.com/forms/d/1b1QLbfy4-a3FHweS8UiodvO28yEEcWYQIYVDUEzeV0w/edit>

5/6

Q1 6:23

Concreto embolsado seco

12

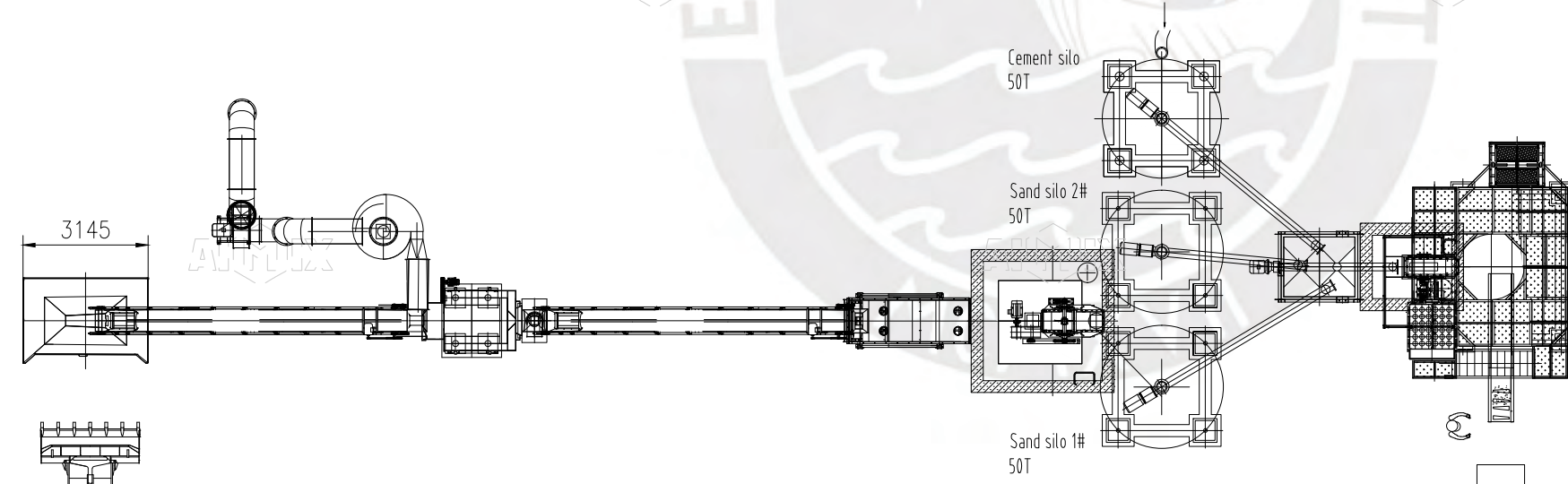
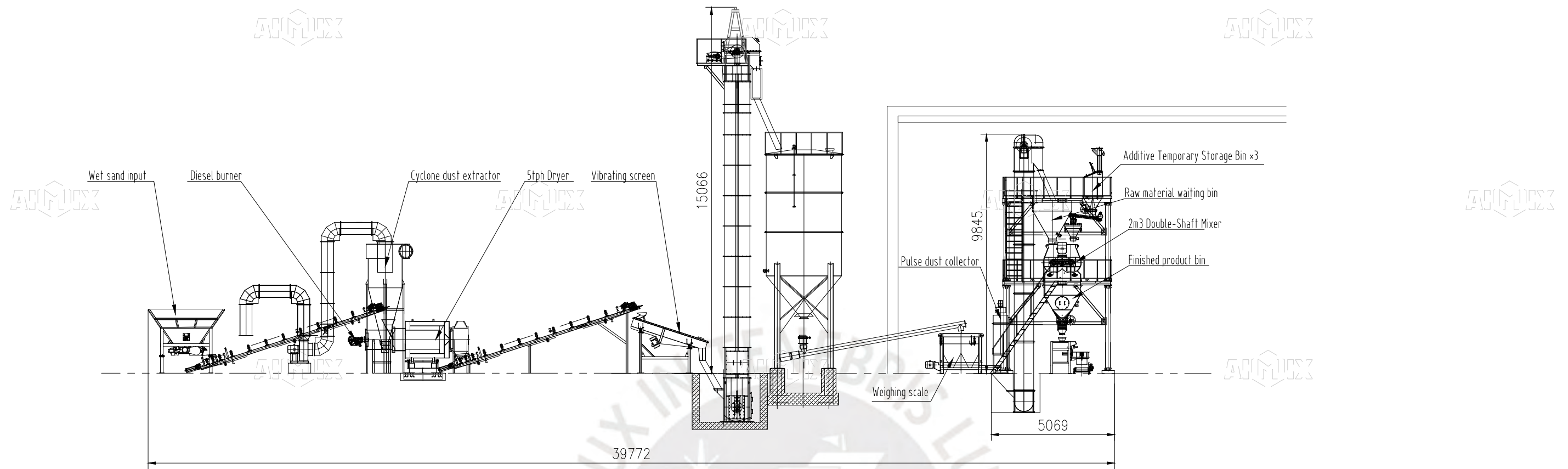
11

8. ¿Usted recomendaría el uso de este producto a alguna persona que desee construir pero no tenga la experiencia necesaria? \*


Marca solo un óvalo.

Sí

No



借通用件登记
描图
校描
旧底图总号
签字
日期

The intellectual property rights of this document belongs to AIMIX Group. Providing to any third party without AIMIX permission is not allowed.				 <b>AIMIX GROUP CO., LTD.</b>
Design	Leonhard	2025.19		
Drawn	Leonhard	2025.19		
Review				
Technical				
Stage	Version	Weight	Scale	5-10TPH Dry Mortar line
	01		1:120	
Total:		01	Page: 01	AF-5