

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, Chimbote-2025”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

Autores:

Bach. López Diego, Denis Alex

Bach. Sandoval Aquino, Ronald Samuel

Asesor:

Dra. Saavedra Vera, Janet Verónica

DNI. 32964440

Código ORCID N° 0000-0002-4195-982X

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2026**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, Chimbote - 2025”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

---

**Dra. Saavedra Vera, Janet Verónica**  
**Asesora**

**DNI: 32964440**

**Código ORCID N° 0000-0002-4195-982X**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**  
**2026**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

“Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, Chimbote - 2025”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Ms. Rivasplata Diaz, Julio Cesar**

**Presidente**

**DNI: 32770844**

**ORCID: 0000-0002-4180-9362**

**Ms. Álvarez Asto, Luz Esther**

**Secretario**

**DNI: 32968961**

**ORCID: 0000-0001-6491-6569**

**Dra. Saavedra Vera, Janet Verónica**

**Integrante**

**DNI. 32964440**

**Código ORCID N° 0000-0002-4195-982X**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2026**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
**- EPIC -**

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 24 días del mes de abril del año dos mil veintiséis, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 018-2026-UNS-CFI, con fecha 13.01.2026, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Dra. Janet Verónica Saavedra Vera (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario), en base a la Resolución Decanal N° 104-2026-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CONCRETO CELULAR EN EL COSTO Y PESO AL ELABORAR BLOQUES PARA LOSA ALIGERADA, CHIMBOTE - 2025", presentado por los Bachilleres LÓPEZ DIEGO DENIS ALEX con cód. N° 0201613036 y SANDOVAL AQUINO RONALD SAMUEL con cód N° 0201613016, quienes fueron asesorados por la docente Dra. Janet Verónica Saavedra Vera según lo establece la T. Resolución Decanal N° 093-2026-UNS-FI, de fecha 18.01.2024.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
LÓPEZ DIEGO DENIS ALEX	18:00	BUENO

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 24 de abril de 2026.

Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria

Dra. Janet Verónica Saavedra Vera  
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 24 días del mes de abril del año dos mil veintiséis, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 018-2026-UNS-CFI, con fecha 13.01.2026, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Dra. Janet Verónica Saavedra Vera (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario), en base a la Resolución Decanal N° 104-2026-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CONCRETO CELULAR EN EL COSTO Y PESO AL ELABORAR BLOQUES PARA LOSA ALIGERADA, CHIMBOTE - 2025", presentado por los Bachilleres LÓPEZ DIEGO DENIS ALEX con cód. N° 0201613036 y SANDOVAL AQUINO RONALD SAMUEL con cód N° 0201613016, quienes fueron asesorados por la docente Dra. Janet Verónica Saavedra Vera según lo establece la T. Resolución Decanal N° 093-2026-UNS-FI, de fecha 18.01.2024.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
SANDOVAL AQUINO RONALD SAMUEL	18:00	BUENO

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 24 de abril de 2026.



Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Presidente



Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria



Dra. Janet Verónica Saavedra Vera  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Janet Saavedra  
Título del ejercicio: Revisión Proyecto 2025  
Título de la entrega: Tesis Lopez y Sandoval  
Nombre del archivo: TESIS\_CONCRETO\_CELULAR\_FINAL-\_SANDOVAL.pdf  
Tamaño del archivo: 2.44M  
Total páginas: 84  
Total de palabras: 15,748  
Total de caracteres: 79,325  
Fecha de entrega: 04-may-2026 06:06p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2850702907



## Tesis Lopez y Sandoval

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>17%</b>	<b>15%</b>	<b>1%</b>	<b>8%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.undac.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uancv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.utea.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>pdfcoffee.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>10</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>11</b>	<b>apirepositorio.unh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>12</b>	<b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## DEDICATORIA

En primer lugar, expreso mi gratitud a Dios por haberme dado la vida y salud para este largo recorrido de lucha constante para alcanzar mi meta propuesta y la sabiduría para enfrentar los obstáculos que se me presentan cada día, porque sin él nada es posible.

A mis padres y mi hermana, por haberme brindado su consejo; su apoyo tanto económicamente, como moralmente; por su compañía y motivación a lo largo de mi experiencia universitaria.

A mis amigos con quienes compartí esta etapa universitaria, y fueron una fuente importante de superación, que sin esperar nada a cambio compartieron conmigo todo lo que estuvo a su alcance, y a pesar de las dificultades nos mantuvimos unidos.

**Bach. Sandoval Aquino Ronald Samuel**

## DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía en este largo camino, por darme fuerzas para continuar durante momentos de debilidad, por darme la salud y la energía necesaria para seguir luchando, por brindarme el milagro y la dicha de vivir.

A mis padres, en especial a mi mamá Mirta Diego por el esfuerzo brindado en mi educación, por siempre estar presente en los momentos complicados durante mi vida y por saber inculcar los valores adecuados para seguir creciendo como profesional y ser humano.

A toda mi familia y amigos, que siempre se preocuparon y estuvieron presentes en las buenas y malas de mi vida, y por ayudarme a cumplir mis metas.

**Bach. López Diego Denis**

## AGRADECIMIENTO

A Dios por concedernos la vida y la salud necesaria en estos tiempos difíciles, por estar con nosotros en todo momento y permitirnos lograr cada uno de nuestros objetivos.

A nuestra alma máter, la Universidad Nacional del Santa, por habernos acogido en sus ambientes a lo largo de nuestra carrera universitaria.

A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa, quienes nos guiaron en este largo recorrido, con paciencia y buena actitud, compartiendo todos sus conocimientos y experiencias.

A nuestra asesora, la Dra. Janet Verónica Saavedra Vera, por habernos apoyado y guiado de manera incondicional, dándonos sus indicaciones para la elaboración de la presente investigación.

**Los autores**

## ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	x
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	19
1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.1.1. Descripción del problema	19
1.1.2. Formulación del problema	20
1.2 OBJETIVOS	21
1.2.1 Objetivo General	21
1.2.2 Objetivos Específicos	21
1.3 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	21
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES	23
2.1.1. Antecedentes Internacionales	23
2.1.2. Antecedentes Nacionales	24
2.1.3. Antecedentes Regionales	25
2.2. MARCO CONCEPTUAL	26
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	40
3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.2. MÉTODO	40
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.4. POBLACIÓN	41

---

---

3.5.	MUESTRA	42
3.6.	VARIABLES DE ESTUDIO	44
3.6.1.	Variable dependiente	44
3.6.2.	Variable independiente	44
3.7.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.7.1.	LADRILLO PATRÓN	46
3.7.2.	BLOQUE DE CONCRETO CELULAR	53
3.8.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE RESULTADOS	73
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES		75
4.1.	RESULTADOS	75
4.1.1.	Dosificación óptima de concreto celular que reducirá el peso de los bloques para losa aligerada.	75
4.1.2.	Costo de los bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales.	78
4.1.3.	Peso de los bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales.	79
4.1.4.	Contrastación de hipótesis: Análisis de varianza (ANOVA)	81
4.2.	DISCUSIONES	89
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		93
5.1.	CONCLUSIONES	93
5.2.	RECOMENDACIONES	94
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		95
CAPÍTULO VII: ANEXOS		100

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> <i>Composición y propiedades del Concreto Celular (McCormick 1967).</i>	30
<b>Tabla 2:</b> <i>Resistencia a la compresión y módulo de Elasticidad del Concreto Celular (Tabla Cortesía de Elastizell).</i>	31
<b>Tabla 3:</b> <i>Resistencia a la compresión en concreto celular sin finos.<sup>a</sup></i>	32
<b>Tabla 4:</b> <i>Resistencia a la compresión en concreto celular con finos.<sup>b</sup></i>	32
<b>Tabla 5:</b> <i>Conductividad térmica del Concreto Celular secado al horno.</i>	35
<b>Tabla 6:</b> <i>Especificaciones del agente espumante.</i>	39
<b>Tabla 7:</b> <i>Muestras de concreto celular.</i>	42
<b>Tabla 8:</b> <i>Granulometría del agregado fino.</i>	47
<b>Tabla 9:</b> <i>Contenido de humedad del agregado.</i>	49
<b>Tabla 10:</b> <i>Pesos de los materiales del ladrillo patrón.</i>	52
<b>Tabla 11:</b> <i>Cantidades de agua y agente espumante.</i>	57
<b>Tabla 12:</b> <i>Pesos de los materiales del primer diseño.</i>	58
<b>Tabla 13:</b> <i>Pesos de los materiales del segundo diseño.</i>	59
<b>Tabla 14:</b> <i>Pesos de la mezcla de concreto celular.</i>	68
<b>Tabla 15:</b> <i>Dosificación óptima del concreto celular.</i>	75
<b>Tabla 16:</b> <i>Densidad de la mezcla de concreto celular.</i>	75
<b>Tabla 17:</b> <i>Densidad óptima del agente espumante.</i>	76
<b>Tabla 18:</b> <i>Cuadro comparativo de costos.</i>	78
<b>Tabla 19:</b> <i>Cuadro comparativo de pesos.</i>	79
<b>Tabla 20:</b> <i>Densidad del bloque de concreto celular.</i>	79
<b>Tabla 21:</b> <i>Datos del diseño óptimo de concreto celular (kg/cm<sup>2</sup>).</i>	81
<b>Tabla 22:</b> <i>Cálculo de medias por grupo.</i>	81
<b>Tabla 23:</b> <i>Suma de cuadrados total.</i>	82

---

<b>Tabla 24:</b> <i>Suma de cuadrados entre grupos.</i>	82
<b>Tabla 25:</b> <i>Grados de libertad.</i>	83
<b>Tabla 26:</b> <i>Cuadrados medios.</i>	83
<b>Tabla 27:</b> <i>Tabla ANOVA.</i>	83
<b>Tabla 28:</b> <i>Comparación de medias.</i>	85
<b>Tabla 29:</b> <i>Datos de los pesos de los bloques.</i>	85
<b>Tabla 30:</b> <i>Cálculo de medias por grupo.</i>	86
<b>Tabla 31:</b> <i>Suma de cuadrados entre grupos.</i>	86
<b>Tabla 32:</b> <i>Tabla ANOVA.</i>	87
<b>Tabla 33:</b> <i>Datos de los costos de los bloques.</i>	87
<b>Tabla 34:</b> <i>Cálculo de medias por grupo.</i>	87
<b>Tabla 35:</b> <i>Suma de cuadrados entre grupos.</i>	88
<b>Tabla 36:</b> <i>Tabla ANOVA.</i>	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Agente espumante - Sapolio</i>	39
Figura 2: <i>Ubicación de cantera San Pedro.</i>	46
Figura 3: <i>Curva granulométrica.</i>	48
Figura 4: <i>Inicio del tamizado con un control adecuado para el ensayo granulométrico</i>	48
Figura 5: <i>Contenido de humedad.</i>	49
Figura 6: <i>Material usado - Cemento</i>	50
Figura 7: <i>Control de agua.</i>	51
Figura 8: <i>Elaboración de bloques de concreto.</i>	52
Figura 9: <i>Cemento Holcim.</i>	53
Figura 10: <i>Control de agua con Probeta.</i>	53
Figura 11: <i>Agente espumante – Sapolio.</i>	55
Figura 12: <i>Materiales para generar espuma.</i>	56
Figura 13: <i>Proceso de obtención de espuma.</i>	57
Figura 14: <i>Moldes de 15x30x30 cm.</i>	58
Figura 15: <i>Control del peso de cemento.</i>	61
Figura 16: <i>Control de la cantidad de agua.</i>	61
Figura 17: <i>Mezclado de agua – cemento.</i>	62
Figura 18: <i>Control de cantidad de lavavajillas.</i>	62
Figura 19: <i>Elaboración de espuma.</i>	63
Figura 20: <i>Control de peso de espuma.</i>	63
Figura 21: <i>Mezclado de espuma con agua – cemento.</i>	64
Figura 22: <i>Encofrado de molde de 15x30x30 cm.</i>	64
Figura 23: <i>Control de peso de la mezcla de concreto celular.</i>	65
Figura 24: <i>Vaciado y elaboración de bloques de concreto celular.</i>	65

---

Figura 25: <i>Producto final: bloques de concreto celular para losa aligerada.</i>	66
Figura 26: <i>Control de peso del bloque de concreto celular.</i>	66
Figura 27: <i>Curado de bloques de concreto celular.</i>	67
Figura 28: <i>Proceso de secado de concreto celular en horno.</i>	67
Figura 29: <i>Verificación de ensayo de resistencia a la compresión.</i>	69
Figura 30: <i>Ensayo de variabilidad dimensional en laboratorio.</i>	70
Figura 31: <i>Ensayo de Alabeo en laboratorio.</i>	71
Figura 32: <i>Verificación de ensayo de resistencia a la compresión.</i>	72
Figura 33: <i>Control de peso para ensayo de absorción.</i>	73
Figura 34: <i>Gráfico de barras de resistencia a la compresión.</i>	76
Figura 35: <i>Gráfico de barras de alabeo.</i>	77
Figura 36: <i>Gráfico de barras de absorción.</i>	79
Figura 37: <i>Gráfico de barras de variabilidad dimensional.</i>	80

## ÍNDICE DE ECUACIÓN

Ecuación 1: <i>Cálculo de la densidad</i>	56
Ecuación 2: <i>Cálculo de la muestra</i>	106

## RESUMEN

La finalidad de este proyecto fue analizar el impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, con la dosificación óptima que cumpla con lo establecido en el RNE E.070, para su uso como unidad de albañilería no porticada. La investigación comparó la viabilidad técnica, económica y el peso de este material innovador en comparación con las unidades de albañilería tradicionales.

Los materiales usados fueron: cemento portland tipo I Holcim y agente espumante Sapolio, con una densidad requerida.

Según los resultados se concluyó que la densidad óptima del agente espumante que cumplía con los parámetros para la elaboración de bloques de concreto celular fue **139.736 kg/m<sup>3</sup>** y la mezcla de agua-cemento **(1:2)** con el fin de reducir el peso de los bloques para losa aligerada. Con esta dosificación se realizaron 90 unidades de las cuales se ensayaron 45 unidades de bloques de concreto celular entre la resistencia a compresión, alabeo, variabilidad dimensional y absorción (según norma E.070), y se hizo un análisis técnico y económico del peso unitario y los costos de producción de manera aproximada respectivamente, utilizando equipos especializados como máquinas de compresión hidráulica, balanzas de precisión, INEI Y CAPECO. Cuya resistencia a la compresión, en un periodo de 28 días de curado, fue de 8.35 kg/cm<sup>2</sup>; el peso de un bloque de concreto celular es de 5.582 kg, más liviano que el ladrillo de techo tradicional de arcilla cuyo peso es de 7.628 kg y el ladrillo de concreto tradicional de 10.268kg, y el costo de producción de un bloque de concreto celular tiene un valor económico elevado de S/. 4.00 (cuatro con 00/100 soles) respecto al precio de los ladrillos de techo tradicional.

**Palabras claves:** concreto celular, agente espumante, densidad.

## ABSTRACT

The purpose of this project was to analyze the impact of cellular concrete on the cost and weight of lightweight slab blocks, using the optimal mix design that complies with the requirements of the RNE E.070 standard, for use as a non-framed masonry unit. The research compared the technical and economic feasibility and weight of this innovative material with traditional masonry units.

The materials used were Holcim Type I Portland cement and Sapolio foaming agent, with the required density.

According to the results, it was concluded that the optimal density of the foaming agent that met the parameters for the production of cellular concrete blocks was  $139.736 \text{ kg/m}^3$ , and the water-cement mixture was 1:2 to reduce the weight of the blocks for lightweight slabs. With this dosage, 90 units were produced, of which 45 cellular concrete blocks were tested for compressive strength, warping, dimensional variability, and absorption (according to standard E.070). A technical and economic analysis of the unit weight and approximate production costs was performed, respectively, using specialized equipment such as hydraulic compression machines and precision scales, provided by INEI and CAPECO. The compressive strength, after a 28-day curing period, was  $8.35 \text{ kg/cm}^2$ . The weight of a cellular concrete block is 5.582 kg, lighter than the traditional clay roof brick which weighs 7.628 kg and the traditional concrete brick of 10.268 kg, and the production cost of a cellular concrete block has a high economic value of S/. 4.00 (four with 00/100 soles) compared to the price of traditional roof bricks.

**Keywords:** cellular concrete, foaming agent, density.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. Descripción del problema

En Nicaragua, al igual que en diversos países, durante los últimos años se ha evidenciado un incremento en los precios de los materiales de construcción, como el cemento, la arena y el acero, entre otros (INID, 2022). Este contexto ha impulsado la búsqueda y adopción de sistemas constructivos alternativos que resulten más económicos y accesibles. (Martínez et al., 2023, p. 2)

De acuerdo con información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), un total de 4 298 274 viviendas particulares emplean como material predominante en sus muros exteriores el ladrillo o el bloque de cemento, lo que equivale al 55,8% del parque habitacional. Si bien estos materiales proporcionan una resistencia adecuada, su utilización conlleva un incremento considerable en el peso de la estructura, así como en los costos asociados al transporte y a la ejecución de obra.

En el resultado de diciembre 2020 se registró un incremento en el precio de ladrillos de 1.1%, mientras que, en diciembre del 2021, un incremento en menor magnitud de 0.2% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020, p. 22).

En el último informe técnico de “Variación de los Indicadores de Precios de la Economía” del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) de Abril 2025, se registró un aumento en el precio de cemento portland en 0.1%, ladrillo 1.0% y 1.8% en transporte (Instituto Nacional de Estadística e

Informática, 2020, pp. 15,16).

Entre las principales causas de esta problemática se identifican:

- El desconocimiento técnico sobre el comportamiento físico del concreto celular en la elaboración de bloques para losa aligerada.
- La ausencia de normativas locales o lineamientos técnicos que promuevan su aplicación.

Como consecuencia, se tiene:

- Una mayor carga muerta en las estructuras, que demanda mayor consumo de acero y concreto en elementos estructurales, incrementando los costos globales del proyecto.

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **A. Problema general**

- ¿Cuál es el impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, Chimbote-2025?

#### **B. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la dosificación óptima de concreto celular que reducirá el peso de los bloques para losa aligerada?
- ¿Cuál es el costo de nuestros bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales?
- ¿Cuál es el peso de nuestros bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales?

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Analizar el impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, Chimbote-2025.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Encontrar la dosificación óptima de concreto celular que reducirá el peso de los bloques para losa aligerada.
- Comparar el costo de nuestros bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales.
- Comparar el peso de nuestros bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales.

## **1.3 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

El uso de concreto celular en la elaboración de bloques para losa aligerada reducirá tanto el peso como el costo en comparación con los ladrillos tradicionales en Chimbote durante el año 2025.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El presente proyecto de investigación tuvo la importancia de explorar alternativas constructivas que respondan a los desafíos actuales en la industria de la construcción, particularmente en lo que respecta a la eficiencia de costos y la reducción del peso en los materiales utilizados. En este contexto, se planteó el análisis del impacto que tiene la incorporación del concreto celular en la elaboración de bloques para losa aligerada en la

ciudad de Chimbote, durante el año 2025.

La elección de este tema se justificó en la búsqueda constante por optimizar los procesos constructivos, haciendo uso de tecnologías innovadoras y materiales con propiedades que contribuyan a mejorar tanto el rendimiento estructural como la sostenibilidad económica de las edificaciones. El concreto celular, al ser un material liviano y con un buen comportamiento térmico, representó una opción viable que significó una disminución significativa en el peso de los elementos constructivos y, en consecuencia, una reducción en los costos de transporte, manejo e incluso cimentación.

Además, esta investigación adquiere relevancia debido a que, en el contexto local, el uso del concreto celular en bloques para losa aligerada aún no ha sido ampliamente explorado, lo que representó una oportunidad para aportar conocimiento técnico específico que pueda ser útil a profesionales, constructores y tomadores de decisiones en futuros proyectos. El estudio también buscó contribuir al desarrollo de una construcción más eficiente, segura y económica, alineada con las demandas actuales del sector.

En suma, este trabajo no solo responde a una necesidad técnica concreta, sino que también promovió el desarrollo de soluciones adaptadas al entorno regional, fomentando la innovación en los métodos y materiales empleados en la ingeniería civil en Chimbote.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Se llevó a cabo una investigación experimental orientado a analizar la incorporación de polvo de aluminio como aditivo en mezclas de hormigón, considerando dosificaciones comprendidas entre 0,10% y 0,40% en relación con el peso del cemento. Para la evaluación de su desempeño, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión (ASTM C39-18), tracción indirecta (ASTM C496-17) y permeabilidad al agua (UNE-EN 12390-8:2004). A los 56 días, los especímenes con aluminio mostraron comportamientos similares entre sí en compresión, con una diferencia máxima del 8%; sin embargo, la mezcla sin aluminio evidenció una resistencia un 70% superior. En tracción indirecta, la variación interna fue del 15%, siendo también superada en al menos 50% por la muestra testigo. En cuanto a la permeabilidad, se concluyó que el incremento del contenido de aluminio favorece una mayor penetración del agua, siendo más efectiva la mezcla sin dicho aditivo. (Ramos, 2021, pp. 14, 56)

El estudio evaluó mezclas de concreto celular elaboradas con agregados livianos y espuma preformada, siguiendo la normativa técnica nicaragüense. Se diseñaron seis dosificaciones que incorporan cal, piedra pómez, fibras de polietileno y una espuma generada con Texapon N70. Se moldearon especímenes cúbicos y cilíndricos, curados en ambiente húmedo y ensayados a los 28 días. Los resultados mostraron que la densidad y resistencia a la compresión dependen tanto del tipo de agregado como del contenido de espuma. Además, los bloques cumplen los requisitos

estructurales y ofrecen aislamiento térmico y acústico debido a su alta porosidad. (Martínez et al., 2023, p. 1)

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Este estudio analizó el comportamiento mecánico, térmico y acústico del concreto celular no estructural, utilizando jabón líquido como agente espumante, conforme a la guía ACI 523.3R-14 (American Concrete Institute [ACI], 2014). La mezcla, compuesta por cemento tipo I, arena fina, agua y el agente espumante, se fabricó siguiendo los lineamientos de la norma E.070 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2006). Los resultados indicaron que los bloques lograron una resistencia a la compresión entre 2.0 y 5.0 MPa, con una densidad entre 1150 y 1250 kg/m<sup>3</sup>. Además, el desempeño térmico fue favorable, con una conductividad de 0.375 W/K·m, y un aislamiento acústico de 14.2 dB. El costo por unidad fue de S/. 13.61, confirmando la viabilidad técnica y económica del producto. (Jorge, 2023, p. 4)

Se evaluaron bloques de concreto celular (CC) modificados con espumante y fibras sintéticas (FP), con el propósito de desarrollar una alternativa estructural más liviana y resistente. Se elaboraron varias dosificaciones en laboratorio, variando el contenido de FP entre 0.20%, 0.40% y 0.60%, lo que permitió comparar sus propiedades físicas y mecánicas respecto al CC convencional. Los ensayos demostraron que el uso combinado de espumante y fibras mejora la resistencia a compresión, alcanzando hasta 25.08 kg/cm<sup>2</sup> con 0.60% de FP, además de reducir el peso y la absorción de agua. La variación de costos fue mínima (0.30 céntimos por

unidad), posicionando esta propuesta como una opción viable y eficiente. (Alvitres y Sec, 2023, p. 9)

### **2.1.3. Antecedentes Regionales**

Se analizó la producción de bloques de concreto celular elaborados con detergente aniónico, comparándolos con bloquetas tradicionales bajo los criterios de la norma técnica E.070 para muros no portantes. Las pruebas evidenciaron que los bloques de concreto celular presentaron mejor comportamiento dimensional (0.1% de variación) y menor alabeo (0.2 mm) frente a las bloquetas. Aunque su absorción fue mayor (13.62%), alcanzaron una resistencia a compresión de 24.26 kg/cm<sup>2</sup>, superando el mínimo normativo de 20 kg/cm<sup>2</sup>. A nivel de prismas, registraron 22.99 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia diagonal de 4.33 kg/cm<sup>2</sup>, lo que demuestra su viabilidad técnica. Este tipo de bloques representa una opción ligera y adecuada para sistemas no estructurales. (Marca, 2023, p. 15)

La investigación realizada en el distrito de Acomayo – Cusco en 2024 evidenció un bajo nivel de conocimiento técnico y confianza respecto al concreto hueco celular y el uso de aditivos espumantes. El 46 % de los especialistas mostró escasa comprensión de las propiedades físicas, mecánicas, acústicas y térmicas de estos bloques como alternativa al ladrillo de arcilla, mientras que solo el 15 % demostró dominio adecuado. Asimismo, el 62 % expresó bajo nivel de experiencia con el uso de espumantes sintéticos o proteicos, lo que limita su implementación en construcciones locales. A pesar de ello, se confirmó la existencia de una relación positiva entre el uso del aditivo espumante y las características del concreto celular,

destacando su viabilidad como material innovador en edificaciones no estructurales.  
(Pfuturi, 2024, p. 12)

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

Para fundamentar y comprender más a fondo la presente investigación, se abordó algunos conceptos y términos fundamentales.

### 2.2.1. Concreto

Una de las definiciones más importantes de concreto. “El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregados (fino y grueso), aire y agua en fracciones adecuadas para obtener como resultado propiedades prefijadas como la resistencia, que algunas veces se adicionan aditivos que refuerzan las propiedades del concreto” (Abanto, 2009, p. 11). En ese sentido, queda definido correctamente el concreto tradicional.

De manera general, el concreto u hormigón se entiende como una mezcla compuesta por un material aglomerante, como el cemento Portland hidráulico, agregados o áridos que actúan como material de relleno, agua y, en algunos casos, aditivos. Esta combinación, al fraguar y endurecer, da lugar a un material compacto (piedra artificial) que, con el paso del tiempo, adquiere la capacidad de resistir elevadas cargas de compresión. (Sánchez de Guzmán, 2010, P. 19)

### 2.2.2. Concreto ligero

De acuerdo con el ACI 213R-14, el concreto ligero puede clasificarse en función de su densidad y uso, tal como se detalla a continuación:

- **Concreto de baja densidad:** Este tipo de concreto presenta valores de densidad

que oscilan entre 300 kg/m<sup>3</sup> y 1 000 kg/m<sup>3</sup>. Generalmente, se emplea en elementos no estructurales dentro de una edificación, como en sistemas de aislamiento térmico o divisiones internas. Su resistencia a la compresión es menor a 7 MPa, y suele elaborarse utilizando agregados livianos como la vermiculita y la perlita.

- **Concreto de densidad media:** Se caracteriza por tener una densidad aproximada entre 1 000 kg/m<sup>3</sup> y 1 600 kg/m<sup>3</sup>. En su elaboración se utilizan principalmente agregados como la piedra pómez y la escoria. A diferencia del anterior, este tipo de concreto puede desempeñar funciones estructurales, ya que alcanza resistencias mínimas cercanas a los 17 MPa.

Por otro lado, considerando los materiales que lo componen, el concreto ligero también puede clasificarse, según Ventura (2015, p. 12), de la siguiente manera:

- **Concreto sin finos:** Su baja densidad se logra al eliminar el agregado fino de la mezcla, lo que genera una mayor cantidad de vacíos entre las partículas del agregado grueso.
- **Concreto con agregados livianos:** Se obtiene mediante el uso de agregados, ya sean naturales o artificiales, que poseen un peso específico reducido.
- **Concreto celular:** Se produce a partir de la generación de burbujas de gas dentro de una mezcla fluida de lechada o mortero. Este tipo también es conocido como concreto aireado, espumoso o gaseoso.

### 2.2.3. Bloques de concreto para losa aligerada

La elaboración de bloques requiere únicamente insumos convencionales, como grava, arena, cemento y agua. Asimismo, los equipos de vibrado y los moldes

metálicos pueden ser fabricados directamente en obra, lo que permite evitar el traslado de unidades de producción. Esta condición representa una ventaja importante, especialmente en contextos de autoconstrucción (Arrieta y Peñaherrera, 2021, p. 6).

#### **2.2.4. Concreto celular**

ACI, define al concreto celular como una mezcla de cemento, agua y espuma preformada. La espuma proporciona un mecanismo que permite la introducción de una proporción relativamente alta de vacíos de aire estables en la mezcla y la producción de un sólido celular o poroso tras el curado. Cuando el hormigón celular endurece, su densidad en horno es de 50 lb/ft<sup>3</sup> (0,8 t/m<sup>3</sup>) o menos.

Según Lazo Arraya (2017), el concreto celular se caracteriza por ser un material liviano, de tonalidad gris blanquecina y con una estructura notablemente porosa. Este tipo de concreto también es conocido como aireado o expansivo, debido a la incorporación de burbujas de gas dentro de la mezcla fresca de cemento, lo que da origen a su estructura celular. En términos generales, se trata de una mezcla de baja densidad que puede elaborarse con o sin agregados, a la cual se le incorporan agentes químicos o espumantes con la finalidad de generar los poros en su interior (p. 28).

Yerba (2024), “El concreto celular es una mezcla de cemento, arena, agua y un agente espumante que produce burbujas de aire en la masa, las cuales disminuyen la densidad del concreto, lo que lo convierte en un material ligero” (p. 12).

Por su parte, el ACI 523.2R-96 describe al concreto celular como un material

ligero compuesto por cemento Portland y/o cal, combinado con materiales finos de naturaleza silícea, como arena, escoria o ceniza volante. Esta mezcla, al integrarse con agua, forma una pasta con una estructura homogénea de celdas vacías. Dicha estructura se logra principalmente mediante la generación de vacíos macroscópicos, ya sea a través de reacciones químicas que liberan gas o por la incorporación mecánica de aire u otros gases.

#### *A. Características y Propiedades.*

##### **Características mecánicas**

**Compresión.** De acuerdo con la guía ACI 523.3R-14, la resistencia a la compresión del concreto celular está influenciada por diversos factores, entre los que destacan la densidad, el contenido de cemento, la relación agua/cemento, las características y proporción de los agregados, así como las condiciones de curado. Entre estos, la densidad constituye un parámetro fundamental, ya que guarda una relación directa tanto con la resistencia a la compresión como con el módulo de elasticidad del material. Esta relación se mantiene desde el estado fresco hasta el estado endurecido (y, en consecuencia, en condición seca). Asimismo, la densidad en estado fresco puede medirse durante el proceso de colocación del concreto celular, tomando como referencia los resultados presentados en la Tabla N.º 1.

**Tabla 1**

*Composición y propiedades del Concreto Celular (McCormick 1967)*

DENSIDAD		ARENA:	AGUA:	FACTOR CEMENTO		RESISTENCIA A	
		CEMENTO	CEMENTO			COMPRESIÓN	
						ESTIMADA	
Lb/ft <sup>3</sup>	(kg/m <sup>3</sup> )			Lb/yd <sup>3</sup>	(kg/m <sup>3</sup> )	PSI	MPa
50	800	0.79	0.6	564	335	250	1.7
50	800	0.55	0.5	658	390	300	2.1
50	800	0.29	0.5	752	446	400	2.8
60	960	1.27	0.6	564	335	350	2.4
60	960	0.96	0.5	658	390	400	2.8
60	960	0.65	0.5	752	446	500	3.5
70	1120	1.75	0.6	564	335	450	3.1
70	1120	1.37	0.5	658	390	500	3.5
70	1120	1.06	0.45	752	446	600	4.1
80	1280	2.22	0.6	564	335	600	4.1
80	1280	1.78	0.5	658	390	650	4.5
80	1280	1.42	0.45	752	446	750	4.8
90	1440	2.85	0.45	564	335	1100	7.6
90	1440	2.19	0.5	658	390	1100	7.6
90	1440	1.78	0.45	752	446	1300	9
100	1600	3.18	0.6	564	335	1250	8.6
100	1600	2.65	0.45	658	390	1700	11.7
100	1600	2.14	0.45	752	446	1800	12.4
110	1760	3.66	0.6	564	335	2000	13.8
110	1760	3.06	0.45	658	390	2600	17.9
110	1760	2.44	0.5	752	446	2500	17.2
120	1920	3.32	0.6	658	390	3320	22.9
120	1290	2.8	0.5	752	446	3520	24.3

*Nota.* AC/523 3R-14

**Módulo de elasticidad (E).** Según la guía ACI 523.3R-14, el módulo de elasticidad representa la capacidad del material para deformarse cuando es sometido a cargas de corta duración dentro del rango elástico. En el caso del concreto celular, este

parámetro se encuentra directamente relacionado con su densidad y con su resistencia a la compresión. No obstante, sus valores son considerablemente menores en comparación con los del concreto convencional (ver Tabla N.º 2).

## Tabla 2

*Resistencia a la compresión y módulo de Elasticidad del Concreto Celular (Tabla Cortesía de Elastizell)*

<b>DENSIDAD, Lb/ft<sup>3</sup> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 28 DIAS, PSI (MPa)</b>	<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD, ksi (GPa)</b>
50 (800)	250 a 400 (1.7 a 2.8)	149 (1.03)
65 (1040)	400 a 550 (2.8 a 3.8)	297 (2.05)
80 (1280)	600 a 750 (4.1 a 5.1)	491 (3.38)
95 (1520)	800 a 1100 (5.5 a 7.6)	772 (5.31)
110 (1760)	1300 a 1600 (9.0 a 11.0)	1191 (8.21)

*Nota.* AC/523 3R-14

## Propiedades físicas

Según Izquierdo y Ortega (2017), el concreto celular se caracteriza principalmente por su baja densidad, la cual puede oscilar entre 200 y 1950 kg/m<sup>3</sup>, a diferencia del concreto convencional, cuyas densidades se encuentran en un rango de 2200 a 2500 kg/m<sup>3</sup>, con un valor promedio cercano a 2400 kg/m<sup>3</sup>. Esta característica le confiere ventajas en términos de reducción de peso sin comprometer su funcionalidad.

Asimismo, su resistencia a la compresión depende directamente de la densidad alcanzada en la mezcla. En el caso de mezclas sin la incorporación de agregados finos, dicha resistencia suele ser inferior a 55 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, al incluir estos componentes, es posible obtener valores comparables a los del concreto

tradicional. Esta capacidad de adaptación permite que el concreto celular sea un material versátil, adecuado para diversas aplicaciones en el ámbito de la construcción moderna.

**Tabla 3**

*Resistencia a la compresión en concreto celular sin finos.<sup>a</sup>*

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
320	4.93
400	8.8
480	15.83
560	24.63
600	29.95
700	40.13
800	52.78

*Nota.* <sup>a</sup>Izquierdo y Ortega (2017).

**Tabla 4**

*Resistencia a la compresión en concreto celular con finos.<sup>b</sup>*

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	% Arena	% Agua	Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
960	0.65	0.50	446	35.19
1120	1.06	0.45	446	42.22
1280	1.42	0.45	446	52.78
1440	1.78	0.45	446	91.48
1600	2.14	0.45	446	126.67
1760	2.44	0.50	446	175.93
1920	2.80	0.50	446	247.70

*Nota.* <sup>b</sup>Izquierdo y Ortega (2017).

La contracción durante el proceso de fraguado constituye una de las principales desventajas del concreto celular, ya que inicialmente la mezcla experimenta una expansión de volumen y posteriormente tiende a reducirse, lo que puede generar fisuras. Para controlar este comportamiento, es fundamental aplicar un adecuado proceso de curado (preferentemente en autoclave) con el fin de evitar contracciones

significativas antes del endurecimiento del material. Asimismo, el empleo de aditivos expansivos o fibras de polipropileno contribuye a mitigar estos efectos y reducir la aparición de grietas. (pp. 23-25)

**Trabajabilidad.** Zamora (2015) señala que el concreto celular presenta una trabajabilidad elevada, destacando por su capacidad de autonivelarse. Debido a esta característica, se comporta como un material autocompactante, por lo que no requiere procesos de vibración durante su colocación (p. 25).

**Densidad.** De acuerdo con Zamora (2015), la densidad del concreto celular puede variar entre  $300 \text{ kg/m}^3$  y  $1\ 800 \text{ kg/m}^3$ , lo que lo caracteriza como un material notablemente liviano, cualidad altamente valorada en el ámbito constructivo. En aplicaciones como bloques de mampostería y elementos prefabricados, esta propiedad permite reducir los costos de transporte. Además, posibilita la fabricación de piezas de mayor tamaño con bajas densidades, facilitando su manipulación y contribuyendo a optimizar los tiempos de ejecución en obra.

Por otra parte "Los esfuerzos laterales a los que se ven sometidos los edificios en caso de actividad sísmica son proporcionales al peso de la construcción. A menor peso de la estructura, menor será el esfuerzo horizontal que recibirá, por lo que las estructuras de Concreto Celular permiten minimizar las cargas sísmicas" (p. 26)

**Aislamiento acústico.** Según Zamora (2015), el concreto celular presenta una alta capacidad de absorción sonora, atribuida a su estructura porosa. Asimismo, su baja

densidad contribuye a mejorar la atenuación del ruido. Por estas características, los bloques elaborados con este material son ampliamente utilizados en edificaciones donde se requiere un adecuado aislamiento acústico (p. 26).

**Resistencia al fuego.** De acuerdo con Zamora (2015), ensayos de laboratorio realizados en paneles de concreto celular evidencian que este material puede resistir la exposición directa al fuego sin perder su integridad estructural, soportando aproximadamente una hora en losas y hasta cuatro horas en muros. Asimismo, se ha comprobado que puede tolerar temperaturas superiores a los 700 °C, presentando un rango de fusión entre 1000 °C y 2000 °C, dependiendo de la composición de sus materiales (p. 27).

**Aislamiento térmico.** Según Zamora (2015), la capacidad de aislamiento térmico del concreto celular se debe principalmente a la acción del agente espumante, el cual genera una gran cantidad de alveolos formados por millones de microceldas de aire no interconectadas. Una vez que el material ha fraguado, esta estructura interna le permite alcanzar un nivel de aislamiento térmico significativamente superior —hasta diez veces mayor— en comparación con el concreto convencional. Como resultado, se mejora el confort térmico en las edificaciones y se contribuye a la reducción del consumo energético en sistemas de calefacción y aire acondicionado (p. 28).

**Tabla 5**

*Conductividad térmica del Concreto Celular secado al horno.*

Densidad seca al horno lb/ft <sup>3</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Conductividad térmica k	
	Btu/h.ft <sup>2</sup> (°F in.)	W/(m.K)
50 (800)	1.3	0.2
65 (1080)	2.1	0.3
80 (1280)	2.8	0.4
95 (1520)	}4	0.57
110 (1760)	5.4	0.77

*Nota.* ACI523 3R-14

**Absorción de agua.** De acuerdo con Zamora (2015), la capacidad de absorción de agua del concreto celular está influenciada principalmente por su densidad y por la composición de la mezcla. En términos generales, esta suele ser reducida, ya que los alveolos o celdas presentes en su estructura no se encuentran interconectados. Asimismo, la incorporación de materiales como ceniza volante o humo de sílice contribuye a disminuir la porosidad capilar, lo que se traduce en una menor absorción de agua (p. 28).

**Resistencia al congelamiento y descongelamiento.** Según Zamora (2015), el concreto celular presenta un comportamiento favorable frente a ciclos de congelación y deshielo, lo cual se atribuye principalmente a su elevado contenido de cemento y a su estructura interna compuesta por vacíos (p. 29).

### **2.2.5. Materiales que componen el concreto celular.**

#### **Cemento**

Según Yerba (2024), el cemento es un material aglomerante de tipo hidráulico constituido principalmente por clínker, yeso y diversos aditivos. Su característica esencial es la capacidad de endurecerse al reaccionar químicamente con el agua, lo que le permite actuar como elemento de unión entre otros materiales de construcción, como arena, grava y agregados, dando lugar a una masa sólida y resistente (p. 13).

#### **Agregado fino**

De acuerdo con Romero (2024), el agregado fino está constituido por partículas inorgánicas de origen natural o artificial que atraviesan el tamiz de 3/8” (9.52 mm) y son retenidas en el tamiz N.º 200 (0.075 mm). Este componente representa la mayor proporción en peso dentro del concreto, superando el 60% una vez que el material ha fraguado y endurecido. Para su adecuada utilización en la elaboración de concreto, es necesario que cumpla con los criterios establecidos en las normas internacionales ASTM, los cuales consideran aspectos como la composición química, la distribución granulométrica, la forma de las partículas y su tamaño (p. 6).

#### **Agua**

Según Romero Huiracocha (2024), la dosificación de agua en la elaboración del hormigón celular se establece en función de la consistencia requerida de la mezcla. A diferencia del concreto convencional, el exceso de agua en este tipo de material tiende a alojarse en los poros y posteriormente se evapora. Generalmente, la

relación agua/cemento se encuentra en un rango de 0,4 a 0,6. Un contenido insuficiente de agua produce mezclas secas que pueden afectar la estabilidad de las burbujas, mientras que un exceso genera una pasta demasiado fluida, favoreciendo la segregación y pérdida de dichas burbujas (p. 6).

### **Agente espumante**

Según Córdova y Flores (2021), los agentes espumantes están constituidos por moléculas con afinidad tanto hidrofóbica como hidrofílica, lo que les permite generar espuma al entrar en contacto con un líquido. La selección del tipo de tensioactivo es determinante para garantizar la estabilidad y calidad de la espuma producida. Estos pueden clasificarse en proteicos y sintéticos: los primeros son de origen animal, mientras que los segundos se obtienen a partir de procesos químicos como la condensación de naftaleno-formaldehído y compuestos derivados de óxidos de amina. En general, los espumantes de origen proteico tienden a formar microburbujas cerradas en mayor proporción, lo que facilita su control, mientras que los sintéticos presentan una mayor capacidad de expansión y generan mezclas con diferentes características de densidad (p. 16).

### **2.2.6. Aplicaciones.**

Según Zamora (2015), el Concreto Celular se están utilizando en edificios, construcciones y pavimentos se está haciendo cada vez más extensa. (p. 30)

A continuación, se describen algunas de las aplicaciones más comunes del concreto celular en función de su rango de densidad:

**Densidades entre 300 y 600 kg/m<sup>3</sup> (19–38 lb/ft<sup>3</sup>):** Se obtienen a partir de la mezcla de cemento y espuma. Este tipo de material se emplea principalmente en azoteas y pisos como aislante térmico y acústico, siendo adecuado para su colocación sobre superficies rígidas, ya que no cumple funciones estructurales.

**Densidades entre 600 y 900 kg/m<sup>3</sup> (38–56 lb/ft<sup>3</sup>):** Se producen mediante la incorporación de arena, cemento y espuma. Son utilizados en la fabricación de bloques y paneles prefabricados destinados a muros de cerramiento o divisiones interiores, así como en losas para cielos rasos y capas de aislamiento en edificaciones residenciales y comerciales de varios niveles.

**Densidades entre 900 y 1200 kg/m<sup>3</sup> (56–75 lb/ft<sup>3</sup>):** También elaborados con arena, cemento y espuma, estos materiales se aplican en bloques y paneles para fachadas, muros divisorios, además de losas para techos y pisos.

**Densidades entre 1200 y 1600 kg/m<sup>3</sup> (75–100 lb/ft<sup>3</sup>):** Se emplean en la fabricación de paneles prefabricados de diversas dimensiones, destinados principalmente a usos en edificaciones comerciales e industriales.

**Densidades entre 1600 y 1800 kg/m<sup>3</sup> (100–115 lb/ft<sup>3</sup>):** Este rango corresponde a materiales con mayor capacidad resistente, utilizados en losas y elementos estructurales donde se requiere un desempeño mecánico adecuado.

### **2.2.7. Agente espumante Sapolio.**

#### **A. Definición**

El detergente lavavajillas líquido Sapolio, es un producto que, gracias a sus excelentes propiedades desengrasantes y desincrustantes, disuelve bien y genera un

alto porcentaje de burbuja de aires estabilizados en la disolución entre el cemento y agua.

### B. Especificaciones

El lavavajillas líquido muestra las siguientes especificaciones:

#### Figura 1

*Agente espumante - Sapolio*



#### Tabla 6

*Especificaciones del agente espumante*

ESPECIFICACIONES	
Empaque	Frasco
Incluye dosificador	No
Descripción técnica	Lavavajilla Líquido
Aroma	Lima Limón
Beneficio de uso	Poder corta grasa /Agente espumante
Superficie de uso	Vajillas
Contenido Neto	1300
Denominación	Sapolio

*Nota.* Producto de alta generación de espuma.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se fundamentó en la recolección y análisis de información numérica con el propósito de evaluar el impacto del concreto celular en el costo y peso de los bloques para losa aligerada. Este método permitió una medición objetiva de variables como el peso unitario y los costos de producción, facilitando la comparación con sistemas tradicionales.

### **3.2. MÉTODO**

La presente investigación fue de tipo aplicada, debido a que buscó la utilización directa del conocimiento científico en la solución de un problema específico, mediante la evaluación del uso de concreto celular en la elaboración de bloques para losa aligerada, con el propósito de optimizar su peso y costo.

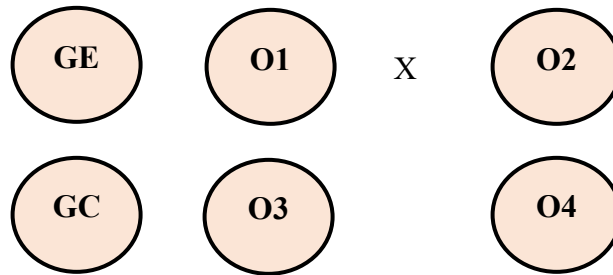
### **3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Diseño cuasi-experimental, ya que se manipularon de forma controlada las proporciones de materiales en la elaboración de bloques para losa aligerada utilizando concreto celular, con el fin de observar directamente su impacto en el peso y el costo final. Esta intervención permitió establecer relaciones de causa y efecto entre el tipo de mezcla empleada y las propiedades físicas y económicas de los bloques obtenidos.

El experimento se desarrolló en condiciones de laboratorio, donde se preparó una serie de muestras con diferentes dosificaciones y se les aplicó ensayos técnicos

para evaluar variables como peso unitario y costo de producción. Estos resultados se compararon con los de unidades fabricadas con materiales tradicionales, a fin de identificar posibles mejoras o ventajas del concreto celular.

#### ESQUEMA



Donde:

GE: Concreto Celular

GC: Unidades de albañilería tradicional

X: Agente espumante

O1 y O3: Encontrar el costo de materiales, rendimiento, incidencia, herramientas, mano de obra, densidad, absorción de agua, peso específico, porosidad.

O2 y O4: Encontrar la densidad del concreto celular, dosificación, porosidad, porcentaje de espuma incorporado, alabeo, resistencia a la compresión.

### 3.4. POBLACIÓN

Bloques de concreto celular para losa aligerada producidos en Chimbote.

Esta población se consideró finita debido a que está conformada por un número determinado y conocido de unidades (1 millar de bloques de concreto celular), producidas específicamente para la investigación bajo condiciones controladas de

laboratorio. Al tratarse de un conjunto limitado, accesible y cuantificable, se descartó la existencia de una población infinita, justificando así el uso de técnicas estadísticas aplicables a poblaciones finitas para la determinación de la muestra.

### 3.5. MUESTRA

90 bloques de concreto celular para losa aligerada, ya que nuestra población es finita.

Se trabajó con los siguientes valores:

$N$  (Población) = 1000 unidades

Nivel de confianza 95%  $\rightarrow$  Valor  $Z = 1.96$

$\sigma$  (Desviación estándar) = 0.5

$e$  (Error) = 10%

**Tabla 7**

*Muestras de concreto celular.*

MUESTRAS DE CONCRETO CELULAR						
ESPÉCIMEN N°	V. DIMENSIONAL	ALABEO	ABSORCIÓN	HUMEDAD	RESIST.COMPRESIÓN	PESO
C. C - 01	X		X			X
C. C - 02	X		X			X
C. C - 03	X		X			X
C. C - 04	X		X		X	X
C. C - 05	X		X			X
C. C - 06	X		X			X
C. C - 07	X		X		X	X
C. C - 08	X		X		X	X
C. C - 09	X		X		X	X
C. C - 10	X		X		X	X
C. C - 11	X		X		X	X
C. C - 12	X		X		X	X
C. C - 13	X		X		X	X
C. C - 14	X		X			X
C. C - 15	X		X		X	X
C. C - 16	X		X		X	X
C. C - 17	X		X		X	X

C. C - 18	X		X			X
C. C - 19	X		X			X
C. C - 20	X		X			X
C. C - 21	X		X			X
C. C - 22	X		X			X
C. C - 23	X		X			X
C. C - 24	X		X			X
C. C - 25	X		X			X
C. C - 26	X		X			X
C. C - 27	X		X			X
C. C - 28	X		X			X
C. C - 29	X		X			X
C. C - 30	X		X		X	X
C. C - 31	X		X			X
C. C - 32	X		X			X
C. C - 33	X		X			X
C. C - 34	X		X			X
C. C - 35	X		X			X
C. C - 36	X		X			X
C. C - 37	X		X			X
C. C - 38	X		X			X
C. C - 39	X		X			X
C. C - 40	X		X			X
C. C - 41	X		X			X
C. C - 42	X		X			X
C. C - 43	X		X			X
C. C - 44	X		X			X
C. C - 45	X		X			X
C. C - 46		X			X	X
C. C - 47		X			X	X
C. C - 48		X			X	X
C. C - 49		X			X	X
C. C - 50		X			X	X
C. C - 51		X			X	X
C. C - 52		X			X	X
C. C - 53		X			X	X
C. C - 54		X			X	X
C. C - 55		X			X	X
C. C - 56		X			X	X
C. C - 57		X			X	X
C. C - 58		X			X	X
C. C - 59		X			X	X
C. C - 60		X			X	X
C. C - 61		X			X	X
C. C - 62		X			X	X
C. C - 63		X			X	X

---

C. C - 64	X	X	X
C. C - 65	X	X	X
C. C - 66	X	X	X
C. C - 67	X	X	X
C. C - 68	X	X	X
C. C - 69	X	X	X
C. C - 70	X	X	X
C. C - 71	X	X	X
C. C - 72	X	X	X
C. C - 73	X	X	X
C. C - 74	X	X	X
C. C - 75	X	X	X
C. C - 76	X	X	X
C. C - 77	X	X	X
C. C - 78	X	X	X
C. C - 79	X	X	X
C. C - 80	X	X	X
C. C - 81	X	X	X
C. C - 82	X	X	X
C. C - 83	X	X	X
C. C - 84	X	X	X
C. C - 85	X	X	X
C. C - 86	X	X	X
C. C - 87	X	X	X
C. C - 88	X	X	X
C. C - 89	X	X	X
C. C - 90	X	X	X

---

### 3.6. VARIABLES DE ESTUDIO

#### 3.6.1. Variable dependiente

El costo y peso de bloques para losa aligerada

#### 3.6.2. Variable independiente

Concreto celular

### 3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se aplicaron ensayos estandarizados para medir la densidad del concreto celular, dosificación, porcentaje de espuma incorporado, alabeo, resistencia a la compresión, costo de materiales, rendimiento, herramientas, mano de obra, densidad, absorción de agua, humedad, peso, variabilidad dimensional. Toda la información recolectada fue sistematizada en tablas comparativas y gráficos para facilitar su análisis.

Como instrumentos de recolección de datos se emplearon las siguientes normas y fichas técnicas, las cuales aseguraron la validez y confiabilidad del proceso:

- NTP 399.604: para el ensayo de **densidad del concreto celular**.
- ASTM C869: para el **porcentaje de espuma incorporado**.
- NTP 339.613: para el ensayo de **alabeo**.
- ASTM C39: para el ensayo de **resistencia a la compresión**.
- NTP 339.035:2020: para la **dosificación**.
- INE: ficha técnica para **costo de materiales**.
- NTP 339.046:2008: para el **rendimiento**.
- CAPECO: ficha técnica para **herramientas y mano de obra**.
- NTP 399.613: para el ensayo de **absorción de agua**.
- RNE E.070/NTP 339.185: para el ensayo de **contenido de humedad**.
- NTP 339.034:2004: para el ensayo de **peso**.
- NTP 399.604/NTP 399.613: para el ensayo de **variabilidad dimensional**.

### 3.7.1. LADRILLO PATRÓN

#### a) Agregado Fino

Según la NTP 400.037 (2002), es el agregado que pasa por el tamiz 3/8” (9.5mm).

#### b) Extracción de material de cantera

Se realizó la visita a la cantera “San Pedrito”, ubicado en el distrito de Samanco, provincia de Santa, departamento de Ancash, con las siguientes coordenadas UTM:

- Este: 778908.50
- Norte: 8980409.27

### Figura 2

*Ubicación de cantera San Pedro.*



*Nota.* Imagen de google earth.

Se extrajo la muestra con un peso aproximado de 60 kg los cuales fueron trasladados al laboratorio de la Universidad Nacional del Santa, donde se realizaron los ensayos estándares y especiales.

c) Características físicas y mecánicas del agregado fino

El agregado fino que se obtuvo de la cantera “San Pedrito” para la elaboración del ladrillo patrón, se sometió a los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado
- Contenido de humedad

**Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012)**

Se realizó el análisis granulométrico del agregado utilizado para la elaboración del ladrillo patrón.

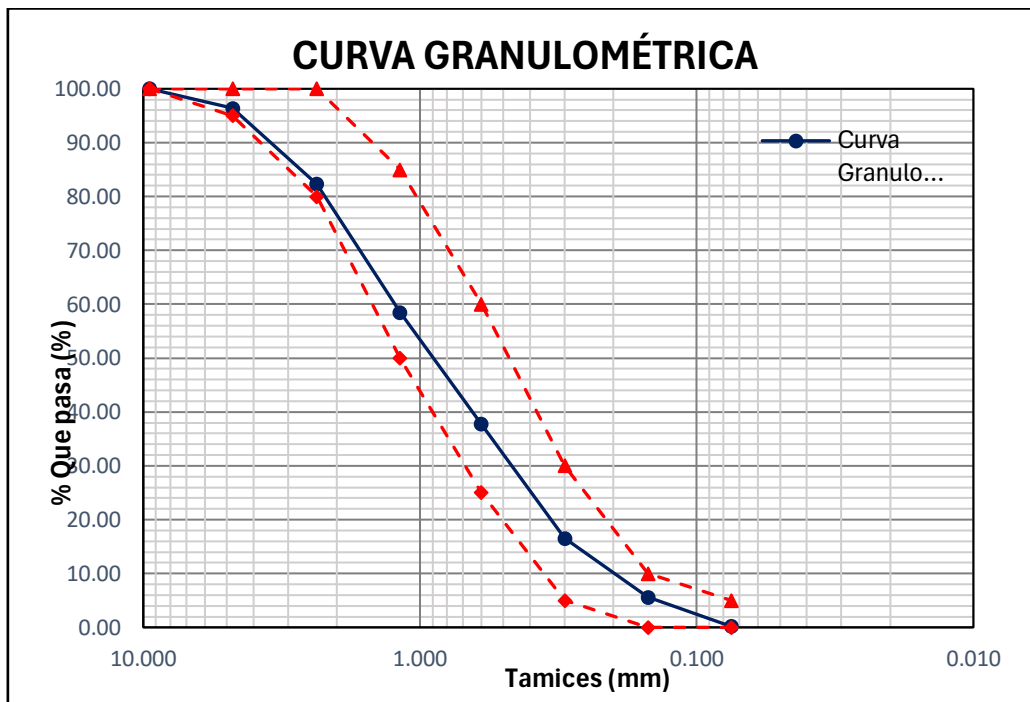
**Tabla 8**

*Granulometría del agregado fino.*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO								
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Límites NTP 400.037		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	
Nº4	4.750	52.20	3.60	3.60	96.40	95	100	
Nº8	2.360	204.10	14.08	17.68	82.32	80	100	
Nº16	1.180	345.70	23.84	41.52	58.48	50	85	<b>Características físicas:</b>
Nº30	0.600	300.40	20.72	62.23	37.77	25	60	
Nº50	0.300	308.10	21.25	83.48	16.52	5	30	Módulo de Finura: <b>3.03</b>
Nº100	0.150	158.70	10.94	94.43	5.57	0	10	
Nº200	0.075	78.30	5.40	99.83	0.17	0	5	
Fondo	-	2.50	0.17	100.00	0.00			
Total		<b>1450.00</b>	<b>100.00</b>					

**Figura 3**

*Curva granulométrica.*



**Figura 4**

*Inicio del tamizado con un control adecuado para el ensayo granulométrico*



**Ensayo de Contenido de Humedad (NTP 339.185)**

**Tabla 9**

*Contenido de humedad del agregado.*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Promedio</b>
Peso del recipiente (gr)	27.12	26.93	26.82	
Peso del recipiente + muestra húmeda (gr)	112.20	127.20	116.62	
Peso del recipiente + muestra seca (gr)	112.00	127.10	116.51	
Peso de muestra húmeda (gr)	85.08	100.27	89.80	
Peso de muestra seca (gr)	84.88	100.17	89.69	
Peso de agua (gr)	0.20	0.10	0.11	
Contenido de Humedad (%)	0.24	0.10	0.12	<b>0.15</b>

**Figura 5**

*Contenido de humedad.*



#### d) Cemento

De acuerdo con Yerba (2024), el cemento es un material aglomerante de naturaleza hidráulica, conformado principalmente por Clinker, yeso y diversos aditivos. Su característica esencial es la capacidad de endurecer al reaccionar químicamente con el agua, lo que le permite actuar como elemento de unión entre materiales de construcción como arena, grava y otros agregados, formando una estructura resistente y duradera (p. 13).

De acuerdo con el ACI 523.3R-14 (2014), el cemento utilizado en la elaboración de concreto celular debe ajustarse a las especificaciones establecidas en las normas ASTM C150, correspondiente al cemento Portland; ASTM C595, referida a cementos hidráulicos adicionados; o ASTM C1157, que establece los requisitos de desempeño para cementos hidráulicos.

En la presente investigación se utilizó el cemento Holcim.

#### Figura 6

*Material usado - Cemento*



e) Agua

De acuerdo con Romero Huiracocha (2024), la dosificación de agua en el hormigón celular se define en función de la consistencia requerida de la mezcla. A diferencia del concreto convencional, el exceso de agua tiende a permanecer en los poros y posteriormente se evapora. Generalmente, la relación agua/cemento se sitúa entre 0,4 y 0,6. Un contenido insuficiente de agua genera mezclas secas que afectan la estabilidad de las burbujas, mientras que un exceso produce una pasta demasiado fluida, favoreciendo la segregación y pérdida de dichas burbujas (p. 6).

**Figura 7**

*Control de agua.*



f) Dosificación

Para su elaboración se utilizó 14 kg de cemento, 56 kg de agregado fino y 6300 ml de agua para una producción de 7 bloques de ladrillo patrón, resultando así una dosificación que se

muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 10**

*Pesos de los materiales del ladrillo patrón.*

DESCRIPCION	UND.	DOSIFICACIÓN
Cemento (Kg)	Kg	1.000
Agua (L)	L	0.450
Agregado fino (Kg)	Kg	4.000

g) Bloques de concreto para losa aligerada

La producción de bloques requiere únicamente materiales convencionales, tales como grava, arena, cemento y agua. Además, tanto los equipos de vibración como los moldes metálicos pueden elaborarse directamente en obra, lo que evita el traslado de unidades de fabricación. Esta característica representa una ventaja significativa, especialmente en procesos de autoconstrucción (Arrieta y Peñaherrera, 2021, p. 6).

**Figura 8**

*Elaboración de bloques de concreto.*



### 3.7.2. BLOQUE DE CONCRETO CELULAR

#### a) Cemento

Para la presente investigación se utilizó cemento Holcim. Las proporciones se fueron obteniendo en base a los ensayos realizados en laboratorio y con referencia a la tesis realizada por Jorge Molina, Washington.

#### Figura 9

*Cemento Holcim.*



#### b) Agua

Se tuvo un control del agua mediante probetas graduadas de 500 y 1000 ml.

#### Figura 10

*Control de agua con Probeta.*



c) Agente espumante

Según Córdova y Flores (2021), los agentes espumantes están constituidos por moléculas con afinidad tanto hidrofóbica como hidrofílica, lo que les permite generar espuma al entrar en contacto con un líquido. La selección del tipo de tensioactivo es determinante para garantizar la estabilidad y calidad de la espuma producida. Estos pueden clasificarse en proteicos y sintéticos: los primeros son de origen animal, mientras que los segundos se obtienen a partir de procesos químicos como la condensación de naftaleno-formaldehído y compuestos derivados de óxidos de amina. En general, los espumantes de origen proteico tienden a formar microburbujas cerradas en mayor proporción, lo que facilita su control, mientras que los sintéticos presentan una mayor capacidad de expansión y generan mezclas con diferentes características de densidad (p. 16).

En la presente investigación se utilizó lavavajillas líquido sapolio para generar espuma. La dosificación de la espuma debe ser la óptima y esta lo obtuvimos hallando la

densidad de esta, ya que la consistencia de la espuma era variable, el cual influía la cantidad de agua que se echaba, si la cantidad era poco, la espuma crecía poco y al mezclar con el cemento y vaciar al molde con dimensiones 15x30x30cm, no llenaba en tu totalidad. Por otro lado, si la cantidad de agua era demasiado, perdía la consistencia y al llenar al molde, este perdía altura mientras fraguaba el concreto.

### Figura 11

*Agente espumante – Sapolio.*



#### d) Generador de espuma

Se utilizó como generador de espuma los siguientes materiales:

- Mezclador de mortero
- Fibra de acero metálica
- Taladro percutor GSB 16 RE ruso 750w

**Figura 12**

*Materiales para generar espuma.*



e) Densidad de la espuma

La densidad óptima se dio según lo indicado en el ASTM C796 mediante la ecuación:

**Ecuación 1**

*Cálculo de la densidad.*

$$W_{uf} = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

Donde:

W<sub>uf</sub> = Densidad de la espuma, kg/m<sup>3</sup>

W<sub>2</sub> = Masa del recipiente con espuma, kg

W<sub>1</sub> = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m<sup>3</sup>

**Figura 13**

*Proceso de obtención de espuma.*



**Tabla 11**

*Cantidades de agua y agente espumante.*

Agua (ml)	Lavavajilla líquido (ml)	W2 (kg)	W1 (kg)	Volumen del recipiente (m3)
2000	160	2.526	1.838	0.005
2000	160	2.546	1.838	0.005
2000	160	2.583	1.838	0.005

f) Diseño de mezcla

El diseño de mezclas consiste en seleccionar los materiales constituyentes — cemento, agregados, agua y aditivos— y establecer sus proporciones adecuadas, con el objetivo de obtener un concreto que cumpla con las propiedades requeridas al menor costo posible (Sánchez de Guzmán, 2010, p. 221).

g) Especificaciones del molde de ensayo

Para la presente investigación se creyó conveniente realizar un molde auténtico para nuestro bloque de concreto celular, cuyas dimensiones fueron de 15x30x30cm, para

poder ser comparado con el ladrillo de techo tradicional.

### **Figura 14**

*Moldes de 15x30x30 cm.*



#### h) Dosificación

##### **Primer diseño**

Se realizó un primer diseño con relación a la tesis realizada por Jorge Molina, Washington, y un segundo diseño para evaluar los pesos, costos y resistencia del bloque de concreto celular. A diferencia de Jorge Molina, nuestros bloques de concreto celular se elaboraron con cemento, agua y agente espumante.

##### **Tabla 12**

*Pesos de los materiales del primer diseño.*

DESCRIPCION	UND.	DISEÑO 1
Cemento (Kg)	Kg	4.000
Agua (L)	L	2.000
Espuma (Kg)	Kg	0.695

### Segundo diseño

Se realizó un segundo diseño en base al primero, con la finalidad de comparar peso, costos y resistencia, en la cual se repite el mismo proceso de elaboración de bloques de concreto celular para losa aligerada.

**Tabla 13**

*Pesos de los materiales del segundo diseño.*

DESCRIPCION	UND.	DISEÑO 2
Cemento (Kg)	Kg	5.000
Agua (L)	L	2.000
Espuma (Kg)	Kg	0.695

#### i) Elaboración

- Para la elaboración de mezcla agua-cemento, pesamos 4 kg de cemento y medimos 2 L de agua con una probeta graduada, dichos materiales se vertieron en un valde de 20 litros, los cuales se mezclaron con un “mezclador de mortero” por un periodo de 30 segundos, hasta obtener una mezcla uniforme, libre de grumos.
- Para la elaboración de espuma, se utilizó un taladro percutor GSB 16 RE ruso 750w, adaptado con el mezclador de mortero y una fibra de acero metálica. Se utilizó un

recipiente de 160 L, en el cual se vertieron 160 ml de lavavajillas sapolio y 2 L de agua y se mezclaron por un periodo de 5 minutos, tiempo calculado cuando nuestra densidad de espuma fue el óptimo, se procedió a pesar un valde de 3.785 L con espuma para posteriormente hacer el cálculo de la densidad de la espuma.

- Una vez obtenido la espuma y la mezcla agua-cemento, se procedió a echar 5 valdes de espuma dentro de un periodo de 5 minutos y con un flujo constante del mezclador de mortero. Pasado ese tiempo se vuelve a mezclar y generar la espuma, ya que esta tiende a perder su consistencia al interior de las células de la espuma y se realizó el mezclado por un periodo de 2 minutos.
- Seguidamente repetimos el procedimiento de mezclado con la espuma por un periodo de 5 minutos, tiempo en el cual se adicionó 5 valdes de espuma.
- Finalmente, el producto obtenido fue la mezcla de concreto celular, el cual fue pesado para hallar su densidad óptima, y se procedió a vaciar la mezcla en nuestros moldes de 15x30x30 cm.
- Pasado las 24 horas, se procedió a desmoldar y los bloques de concreto celular se sometieron al curado con agua por un periodo de 7 – 28 días, para su posterior ensayo de resistencia a la compresión.
- Culminado el periodo de curado, los bloques de concreto celular tuvieron un proceso de secado, para luego ser ensayado en laboratorio, y realizar todos los ensayos competentes a una unidad de albañilería.
- Cabe mencionar que, por bolsa de cemento, se elaboraron 10 bloques de concreto celular.

**Figura 15**

*Control del peso de cemento.*



**Figura 16**

*Control de la cantidad de agua.*



**Figura 17**

*Mezclado de agua – cemento.*



**Figura 18**

*Control de cantidad de lavavajillas.*



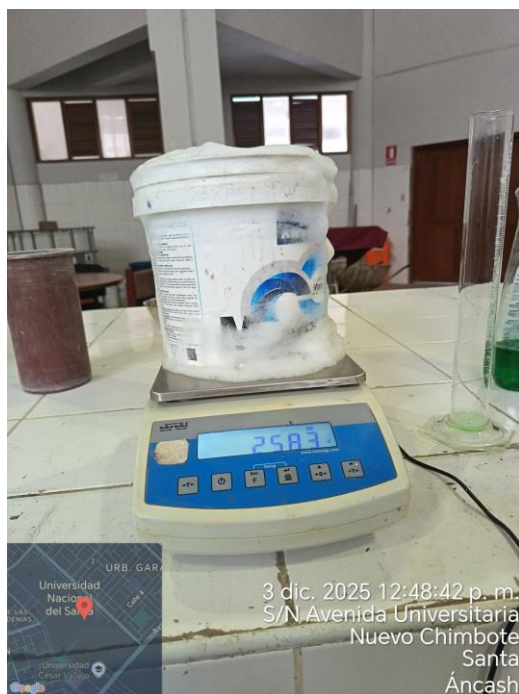
**Figura 19**

*Elaboración de espuma.*



**Figura 20**

*Control de peso de espuma.*



**Figura 21**

*Mezclado de espuma con agua – cemento.*



**Figura 22**

*Encofrado de molde de 15x30x30 cm.*



**Figura 23**

*Control de peso de la mezcla de concreto celular.*



**Figura 24**

*Vaciado y elaboración de bloques de concreto celular.*



**Figura 25**

*Producto final: bloques de concreto celular para losa aligerada.*



**Figura 26**

*Control de peso del bloque de concreto celular.*



**Figura 27**

*Curado de bloques de concreto celular.*



**Figura 28**

*Proceso de secado de concreto celular en horno.*



j) Mezcla de concreto celular

**Tabla 14**

*Pesos de la mezcla de concreto celular.*

<b>Peso de la mezcla (Kg)</b>	<b>Peso del recipiente (Kg)</b>	<b>Volumen del recipiente (m3)</b>
7.550	0.770	0.026
7.480	0.770	0.026
7.890	0.770	0.026

k) Ensayos de calidad

**Ensayo de resistencia a la compresión**

De acuerdo con la norma ASTM C39 (2015), el ensayo de resistencia a la compresión consiste en someter cilindros moldeados o núcleos de concreto a una carga axial aplicada de manera controlada, dentro de un rango de velocidad establecido, hasta que se produce la falla del espécimen.

La resistencia a la compresión se determina dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.

El procedimiento que se realizó para el ensayo de resistencia a la compresión fue el siguiente:

- Se procedió a cortar los bloques de concreto celular a una media de 15x28x30 cm para que pueda ingresar en la máquina de ensayo uniaxial.
- Se verificó la limpieza de la máquina de ensayo uniaxial y que cuente con todos sus accesorios, ya que se incluyó dos placas de fierro de espesor ½”, dichas

placas se ubicaron en la cara inferior y cara superior del bloque con una medida de 28x30 cm.

- Se colocaron los bloques de concreto celular y se procedió a su rotura.

## Figura 29

*Verificación de ensayo de resistencia a la compresión.*



## Ensayo de variabilidad dimensional

De acuerdo con la NTP 399.604 (2002), para la evaluación de la variabilidad dimensional se recomienda medir todas las dimensiones utilizando una regla de acero graduada. Asimismo, los espesores de las paredes laterales deben determinarse mediante el uso de un calibrador Vernier.

### Figura 30

*Ensayo de variabilidad dimensional en laboratorio.*



### Ensayo de alabeo

De acuerdo con la NTP 399.613 (2005), el ensayo de alabeo se realiza empleando una regla de acero graduada o una cuña como instrumento de medición. Las superficies evaluadas pueden presentar formas cóncavas o convexas, por lo que la medición debe efectuarse colocando la regla en forma diagonal sobre la superficie analizada, registrando el valor más desfavorable.

### Figura 31

*Ensayo de Alabeo en laboratorio.*



### Ensayo de humedad

De acuerdo con la NTP 399.127 (2019), el contenido de humedad se define como la relación porcentual entre la masa de agua presente en una muestra y la masa de sus partículas sólidas. Para su determinación, la muestra se somete a un proceso de secado en horno a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta alcanzar un peso constante. El resultado se expresa como porcentaje respecto a la masa seca del material.

### Figura 32

*Control de peso para ensayo de humedad.*



### Ensayo de absorción

Según la NTP 399.604 (2002), el ensayo de absorción determina la capacidad de un material para absorber agua, midiendo el aumento de masa en su estado seco tras ser sumergido en agua durante su periodo de curado.

**Figura 33**

*Control de peso para ensayo de absorción.*



### 3.8. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron procesados mediante **análisis estadístico descriptivo y análisis estadístico inferencial**.

Se emplearon tablas y gráficos para organizar y presentar los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, tales como densidad, peso, resistencia a la compresión, absorción y costos. Asimismo, se calcularon valores promedio y se describieron las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto celular, permitiendo una comparación directa con los materiales tradicionales.

Se aplicó la técnica de **Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor** con el objetivo de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las

medias de tres o más grupos, extrapolando los resultados de la muestra a la población general de bloques para losa aligerada en Chimbote, considerando un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

Las hipótesis que guiaron el análisis fueron las siguientes:

- a) ANOVA para resistencia a la compresión según días de curado

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$  (No hay diferencias en resistencia entre los días 7, 14, 21 y 28)

$H_1$ : Al menos una  $\mu_i$  es diferente

- b) ANOVA para peso unitario según tipo de bloque

$H_0: \mu_{cc} = \mu_{arcilla} = \mu_{concreto}$  (Pesos iguales entre tipos de bloque)

$H_1$ : Al menos un tipo de bloque tiene peso diferente

- c) ANOVA para costo unitario según tipo de bloque

$H_0: \mu_{cc} = \mu_{arcilla} = \mu_{concreto}$  (Costos iguales entre tipos de bloque)

$H_1$ : Al menos un tipo de bloque tiene costo diferente

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Dosificación óptima de concreto celular que reducirá el peso de los bloques para losa aligerada.

**Tabla 15**

*Dosificación óptima del concreto celular.*

DESCRIPCION	UND.	DISEÑO 1
Cemento (Kg)	Kg	2.000
Agua (L)	L	1.000
Espuma (Kg)	Kg	0.350

#### A. Densidad de la mezcla de concreto celular

**Tabla 16**

*Densidad de la mezcla de concreto celular.*

Peso de la mezcla (Kg)	Peso del recipiente (Kg)	Volumen del recipiente (m3)	Densidad (kg/m3)
7.550	0.770	0.026	265.699
7.480	0.770	0.026	262.956
7.890	0.770	0.026	279.023
<b>PROMEDIO</b>			<b>269.226</b>

## B. Densidad del agente espumante

**Tabla 17**

*Densidad óptima del agente espumante.*

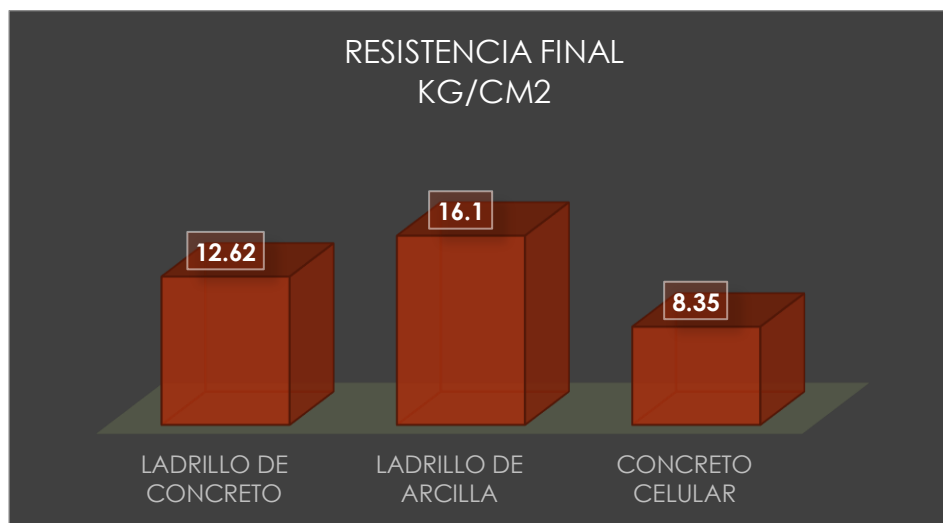
Agua (ml)	Lavavajilla líquido (ml)	W2 (kg)	W1 (kg)	Volumen (m3)	Densidad óptima (kg/m3)
2000	160	2.526	1.838	0.005	134.711
2000	160	2.546	1.838	0.005	138.627
2000	160	2.583	1.838	0.005	145.871
<b>PROMEDIO</b>					<b>139.736</b>

La densidad óptima del agente espumante fue 139.736 kg/m<sup>3</sup>, con la cual se elaboró los bloques de concreto celular.

## C. Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

**Figura 34**

*Gráfico de barras de resistencia a la compresión.*

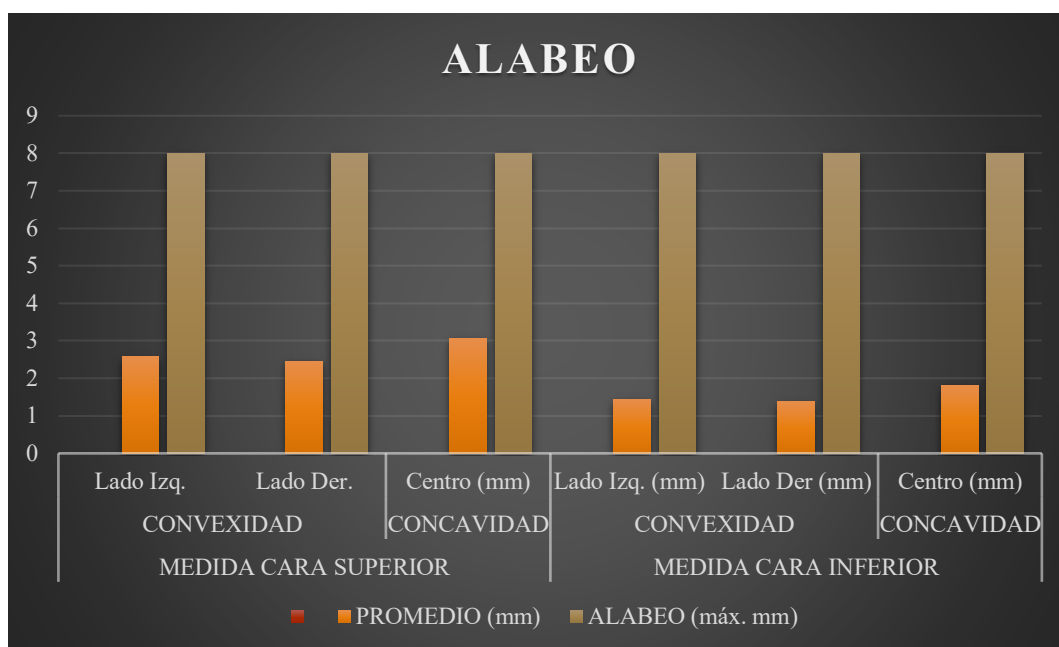


El valor de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto celular y los ladrillos tradicionales no cumple con la norma E.070, sin embargo, son aptos para su utilización en losas aligeradas.

#### D. Alabeo

**Figura 35**

*Gráfico de barras de alabeo.*



El alabeo de las caras superior e inferior de los bloques de concreto celular fue menor que alabeo máximo permitido (8mm) por la NTP 339.613.

**4.1.2. Costo de los bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales.**

**Tabla 18**

*Cuadro comparativo de costos.*



TIPO DE UNIDAD		CONCRETO CELULAR	LADRILLO DE CONCRETO	LADRILLO DE ARCILLA
<b>COSTO DE MATERIALES</b>	CEMENTO	S/ 2.45 (soles/unidad)	s/ 1.27 (soles/unidad)	–
	ARENA FINA	–	s/ 0.90 (soles/unidad)	–
	SAPOLIO	S/ 0.83 (soles/unidad)	–	–
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>MANO DE OBRA Y RENDIMIENTO</b>	CAPATAZ S/ 0.27 (soles/unidad)	S/ 0.30 (soles/unidad)	–
	<b>HERRAMIENTAS</b>	EQUIPOS SUMINISTROS s/ 0.45 (soles/unidad)	S/ 0.50 (soles/unidad)	–
<b>TOTAL</b>		<b>S/4.00</b>	<b>S/2.97</b>	<b>S/2.60</b>

**4.1.3. Peso de los bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales.**

**Tabla 19**

*Cuadro comparativo de pesos.*



TIPO DE UNIDAD	CONCRETO CELULAR	LADRILLO DE CONCRETO	LADRILLO DE ARCILLA
Color	Gris	Gris	Arcilla
<b>Peso promedio (kg)</b>	<b>5.582</b>	<b>10.268</b>	<b>7.628</b>
Resistencia a la compresión	8.35 kg/cm <sup>2</sup>	12.62 kg/cm <sup>2</sup>	16.10 kg/cm <sup>2</sup>
Sistema constructivo	No aporticado	No aporticado	No aporticado

**E. Densidad del bloque de concreto celular**

**Tabla 20**

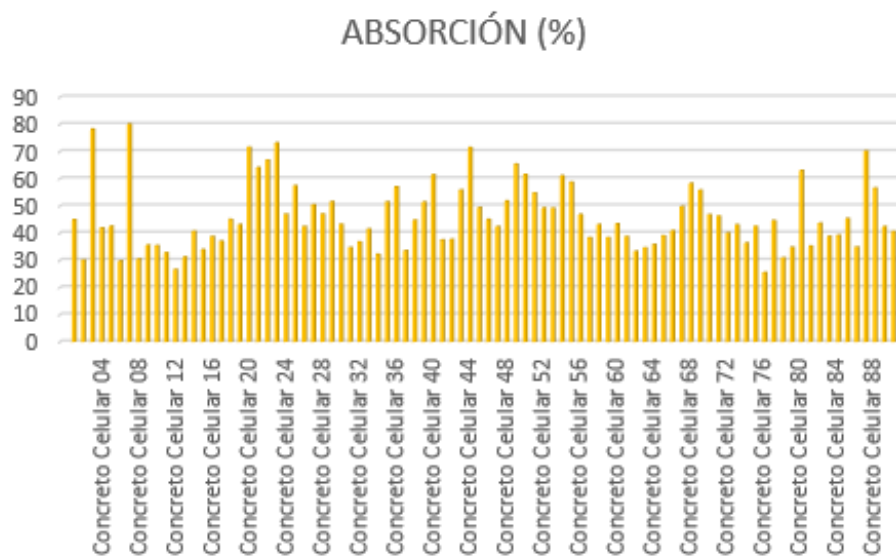
*Densidad del bloque de concreto celular.*

Peso promedio del bloque de CC (Kg)	Volumen del bloque de CC (m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
5.582	0.0135	413.481

**F. Absorción**

**Figura 36**

*Gráfico de barras de absorción.*

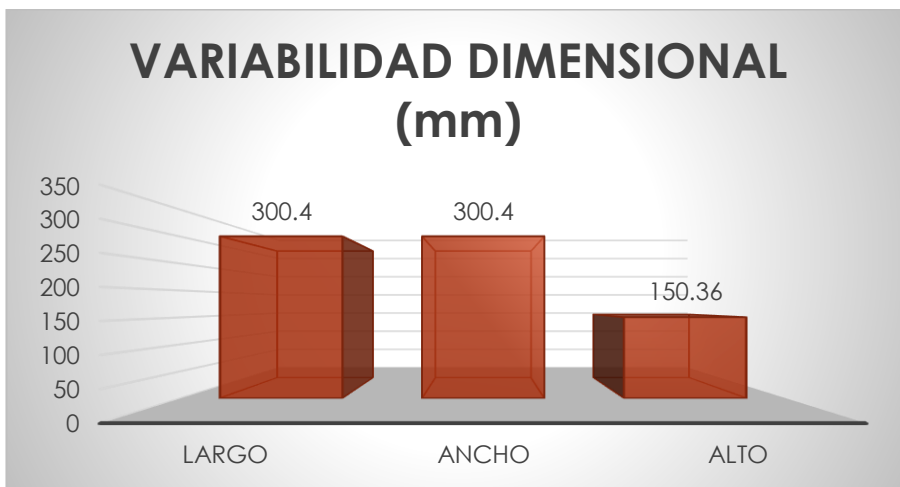


El porcentaje de absorción obtenido es mayor que el porcentaje de absorción máximo (15%) según la norma E.070.

**G. Variabilidad dimensional**

**Figura 37**

*Gráfico de barras de variabilidad dimensional.*



El valor de la variabilidad dimensional de los bloques de concreto celular es menor a lo permitido por la norma E.070 de  $\pm 4\%$ .

#### 4.1.4. Contrastación de hipótesis: Análisis de varianza (ANOVA)

Con la finalidad de evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las variables analizadas —resistencia a la compresión, peso unitario y costo de producción— se empleó el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, adoptando un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ .

##### 1. ANOVA para resistencia a la compresión según días de curado

**Tabla 21**

*Datos del diseño óptimo de concreto celular (kg/cm<sup>2</sup>).*

Día 7	Día 14	Día 21	Día 28
4.95	5.27	6.2	8.52
4.77	5.43	6.38	7.76
4.82	5.94	6.17	8.77

n = 3 repeticiones por grupo

k = 4 grupos (días de curado)

N total = 12

**Tabla 22**

*Cálculo de medias por grupo.*

Grupo	Media (kg/cm <sup>2</sup> )	Varianza
Día 7	4.8467	0.0081
Día 14	5.5467	0.1122
Día 21	6.25	0.0121
Día 28	8.35	0.2737

$$\text{Media global } (\mu) = (4.85 + 5.55 + 6.25 + 8.35) / 4 = \mathbf{6.25 \text{ kg/cm}^2}$$

## SUMA DE CUADRADOS

### a) Suma de cuadrados total (SST)

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_{..})^2$$

**Tabla 23**

*Suma de cuadrados total.*

Grupo	$(X - \mu)^2$ por observación	Suma por grupo
Día 7	$(4.95-6.25)^2=1.69, (4.77-6.25)^2=2.19, (4.82-6.25)^2=2.04$	5.92
Día 14	$(5.27-6.25)^2=0.96, (5.43-6.25)^2=0.67, (5.94-6.25)^2=0.10$	1.73
Día 21	$(6.20-6.25)^2=0.0025, (6.38-6.25)^2=0.0169, (6.17-6.25)^2=0.0064$	0.0258
Día 28	$(8.52-6.25)^2=5.15, (7.76-6.25)^2=2.28, (8.77-6.25)^2=6.35$	13.78

$$SST = 5.92 + 1.73 + 0.0258 + 13.78 = \mathbf{21.4558}$$

### b) Suma de cuadrados entre grupos (SSB)

$$SSB = n \sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X}_{..})^2$$

**Tabla 24**

*Suma de cuadrados entre grupos.*

Grupo	$(\text{Media} - \mu)^2$	$n \times \text{valor}$
Día 7	$(4.8467-6.25)^2 = 1.970$	$3 \times 1.970 = 5.910$
Día 14	$(5.5467-6.25)^2 = 0.495$	$3 \times 0.495 = 1.485$
Día 21	$(6.25-6.25)^2 = 0.000$	$3 \times 0 = 0.000$
Día 28	$(8.35-6.25)^2 = 4.410$	$3 \times 4.410 = 13.230$

$$SSB = 5.910 + 1.485 + 0.000 + 13.230 = \mathbf{20.625}$$

### c) Suma de cuadrados dentro de grupos (SSW)

$$SSW = SST - SSB = 21.4558 - 20.625 = \mathbf{0.8308}$$

## GRADOS DE LIBERTAD

**Tabla 25**

*Grados de libertad.*

Fuente	df
Entre grupos	$k - 1 = 3$
Dentro de grupos	$N - k = 12 - 4 = 8$
Total	$N - 1 = 11$

## CUADRADOS MEDIOS

**Tabla 26**

*Cuadrados medios.*

Fuente	CM
CM entre (MSB)	$20.625 / 3 = 6.875$
CM dentro (MSW)	$0.8308 / 8 = 0.10385$

## ESTADÍSTICO F

$$F = \frac{MSB}{MSW} = \frac{6.875}{0.10385} = 66.20$$

**Tabla 27**

*Tabla ANOVA.*

Fuente de variación	SS	df	MS	F	F crítico ( $\alpha=0.05$ )
Entre grupos	20.625	3	6.875	66.2	4.07
Dentro de grupos	0.831	8	0.104		
Total	21.456	11			

Dado que F calculado (66.20) > F crítico (4.07), se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>).

Existe diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la compresión entre

al menos dos días de curado diferentes ( $p < 0.05$ ).

### PRUEBA POST-HOC – TUKEY HSD

Para identificar qué pares de días presentan diferencias significativas:

#### a) Cálculo del HSD (Honest Significant Difference)

$$HSD = q \times \sqrt{\frac{MSW}{n}}$$

Donde:

- $q$  (Tukey,  $\alpha=0.05$ ,  $k=4$ ,  $gl=8$ ) = **4.53**
- $MSW = 0.104$
- $n = 3$

$$HSD = 4.53 \times \sqrt{\frac{0.104}{3}}$$

$$HSD = 4.53 \times \sqrt{0.03467}$$

$$HSD = 4.53 \times 0.1862$$

$$HSD = 0.843$$

## b) Comparación de medias

**Tabla 28**

*Comparación de medias.*

Comparación	Diferencia	Diferencia > HSD	Decisión
Día 28 vs Día 7	$8.350 - 4.847 = 3.503$	Sí ( $3.503 > 0.843$ )	Significativa
Día 28 vs Día 14	$8.350 - 5.547 = 2.803$	Sí ( $2.803 > 0.843$ )	Significativa
Día 28 vs Día 21	$8.350 - 6.250 = 2.100$	Sí ( $2.100 > 0.843$ )	Significativa
Día 21 vs Día 7	$6.250 - 4.847 = 1.403$	Sí ( $1.403 > 0.843$ )	Significativa
Día 21 vs Día 14	$6.250 - 5.547 = 0.703$	No ( $0.703 < 0.843$ )	No significativa
Día 14 vs Día 7	$5.547 - 4.847 = 0.700$	No ( $0.700 < 0.843$ )	No significativa

La resistencia a compresión aumenta significativamente a partir de los 21 días con respecto a los 7 y 14 días, pero el incremento más relevante ocurre a los 28 días, siendo significativamente mayor que todas las edades anteriores.

No hay diferencias significativas entre los días 7 y 14, ni entre los días 14 y 21.

## 2. ANOVA para peso unitario por tipo de bloque.

**Tabla 29**

*Datos de los pesos de los bloques.*

Concreto celular (kg)	Ladrillo arcilla (kg)	Ladrillo concreto (kg)
5.582	7.628	10.268
5.582	7.628	10.268
5.582	7.628	10.268

$n = 3$  repeticiones por grupo

$k = 3$  grupos (tipos de bloque)

$N \text{ total} = 9$

**Tabla 30**

*Cálculo de medias por grupo.*

Grupo	Media (kg)
Concreto celular	5.582
Ladrillo arcilla	7.628
Ladrillo concreto	10.268

$$\text{Media global } (\mu) = (5.582 + 7.628 + 10.268) / 3 = 7.826 \text{ kg}$$

**SUMA DE CUADRADOS**

**a) Suma de cuadrados entre grupos (SSB)**

$$SSB = n \sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X}_{..})^2$$

**Tabla 31**

*Suma de cuadrados entre grupos.*

Grupo	(Media - $\mu$ ) <sup>2</sup>	n × valor
CC	$(5.582 - 7.826)^2 = 5.036$	$3 \times 5.036 = 15.108$
Arcilla	$(7.628 - 7.826)^2 = 0.039$	$3 \times 0.039 = 0.117$
Concreto	$(10.268 - 7.826)^2 = 5.962$	$3 \times 5.962 = 17.886$

$$SSB = 15.108 + 0.117 + 17.886 = 33.111$$

**b) Suma de cuadrados dentro de grupos (SSW)**

Dentro de cada grupo la varianza es 0 (datos constantes), por lo tanto,  $SSW = 0$

**Tabla 32**

*Tabla ANOVA.*

<b>Fuente</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>F crítico</b>
Entre grupos	33.111	2	16.556	$\infty$	5.14
Dentro de grupos	0	6	0		
Total	33.111	8			

F calculado tiende a infinito > F crítico (5.14). Se rechaza  $H_0$ .

Existen diferencias estadísticamente significativas en el peso entre los tres tipos de bloques ( $p < 0.001$ ).

El concreto celular es significativamente más liviano que el ladrillo de arcilla y el de concreto tradicional.

### 3. ANOVA para costo unitario por tipo de bloque

**Tabla 33**

*Datos de los costos de los bloques.*

<b>Concreto celular (S/.)</b>	<b>Ladrillo arcilla (S/.)</b>	<b>Ladrillo concreto (S/.)</b>
4.00	2.60	2.97
4.00	2.60	2.97
4.00	2.60	2.97

**Tabla 34**

*Cálculo de medias por grupo.*

<b>Grupo</b>	<b>Media (S/.)</b>
Concreto celular	4.00
Ladrillo arcilla	2.60
Ladrillo concreto	2.97

**Media global ( $\mu$ ) =  $(4.00 + 2.60 + 2.97) / 3 = S/. 3.19$**

## SUMA DE CUADRADOS

### a) Suma de cuadrados entre grupos (SSB)

$$SSB = n \sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X}_{..})^2$$

**Tabla 35**

*Suma de cuadrados entre grupos.*

Grupo	(Media - $\mu$ ) <sup>2</sup>	n × valor
CC	$(4.00-3.19)^2 = 0.6561$	$3 \times 0.6561 = 1.9683$
Arcilla	$(2.60-3.19)^2 = 0.3481$	$3 \times 0.3481 = 1.0443$
Concreto	$(2.97-3.19)^2 = 0.0484$	$3 \times 0.0484 = 0.1452$

$$SSB = 1.9683 + 1.0443 + 0.1452 = 3.1578$$

### b) Suma de cuadrados dentro de grupos (SSW)

Dentro de cada grupo la varianza es 0 (datos constantes), por lo tanto,  $SSW = 0$

**Tabla 36**

*Tabla ANOVA.*

Fuente	SS	df	MS	F	F crítico
Entre grupos	3.158	2	1.579	$\infty$	5.14
Dentro de grupos	0	6	0		
Total	3.158	8			

F calculado tiende a infinito  $>$  F crítico (5.14). Se rechaza  $H_0$ .

Existen diferencias estadísticamente significativas en el costo entre los tres tipos de bloques ( $p < 0.001$ ).

El concreto celular tiene un costo significativamente mayor que el ladrillo de arcilla y el de concreto tradicional.

## 4.2. DISCUSIONES

- En relación a la dosificación, el resultado obtenido fue de (2:1:0.35), puesto que nuestro bloque de concreto celular es a base agua-cemento y la adición de un agente espumante, en comparación con los testistas antes mencionados que adicionan agregado fino para sus bloques de concreto celular.
- En comparación con el estudio de Martínez et al. (2023), donde se evaluaron diferentes dosificaciones con agregados livianos y espuma, se observa una similitud en la metodología empleada. Ambos estudios coinciden en que la dosificación es determinante para el desempeño del material.
- En relación con el peso propio, los resultados evidencian diferencias significativas entre los materiales analizados, siendo el concreto celular el más eficiente en términos de reducción de carga muerta frente a los ladrillos tradicionales. Este se caracteriza por su baja densidad, lo que se traduce en una reducción significativa del peso propio. Asimismo, presenta ventajas constructivas relevantes, tales como alta trabajabilidad, facilidad de corte, rápida instalación y permite una alineación precisa de los elementos.
- Este resultado guarda coherencia con lo expuesto en el marco teórico, donde se señala que el concreto celular presenta densidades considerablemente menores que el concreto convencional, debido a la incorporación de burbujas de aire generadas por agentes espumantes. En este sentido, Izquierdo y Ortega (2017) establecen que la densidad del concreto celular puede variar entre 200 y 1950 kg/m<sup>3</sup>, lo que explica la reducción de peso observada en los bloques elaborados en esta investigación.
- Asimismo, los resultados coinciden con el estudio de Martínez et al. (2023), quienes demostraron que la inclusión de espuma preformada incrementa la porosidad del material,

reduciendo directamente su densidad y, por consiguiente, su peso. Esta relación entre porosidad y ligereza se confirma experimentalmente en la presente investigación, donde la dosificación óptima permitió obtener un material más liviano sin comprometer completamente su funcionalidad.

- En comparación con el estudio realizado por Marca (2023), donde se reporta que los bloques de concreto celular presentan menor peso y mejor comportamiento dimensional, los resultados obtenidos refuerzan la viabilidad del material como alternativa en sistemas no estructurales. Ambos estudios coinciden en que la ligereza es una de las principales ventajas del concreto celular.
- En relación con el análisis de costos, los resultados obtenidos a nivel de laboratorio, mediante el cálculo del costo unitario por elemento, evidencian diferencias económicas significativas entre los materiales evaluados. El concreto celular presenta el mayor costo unitario, aproximadamente S/ 4.00 por unidad, superando a las alternativas tradicionales. No obstante, su elección debe evaluarse en conjunto con el desempeño estructural global del sistema, y no únicamente en función del costo directo del material.
- En comparación con el estudio de Jorge (2023), donde se reporta un costo de **S/. 13.61** por unidad, se observa que el costo obtenido en esta investigación es considerablemente menor. Esto se debe a una optimización en la dosificación y la reducción de la arena en la elaboración de los bloques de concreto celular.
- Sin embargo, al comparar con el estudio de Alvitres y Sec (2023), donde la variación de costo fue mínima (0.30 céntimos), se evidencia una discrepancia. Esta diferencia puede estar relacionada con factores como la escala de producción, el tipo de aditivos utilizados y la eficiencia del proceso constructivo.

- En cuanto a la resistencia a la compresión, se obtuvo un valor de **8.35 kg/cm<sup>2</sup>** a los 28 días de curado. Este resultado, si bien es inferior al de materiales tradicionales, se encuentra dentro de rangos aceptables para aplicaciones no estructurales.
- Al comparar este valor con el estudio de Jorge (2023) reporta resistencias entre **2.0 y 5.0 MPa** (equivalentes a aproximadamente 20–50 kg/cm<sup>2</sup>), lo que indica que los resultados de esta investigación se encuentran en el límite inferior de dichos rangos. Esta diferencia puede explicarse por factores como la dosificación utilizada, uso de aditivos y las condiciones de curado.
- Por otro lado, el estudio de Alvitres y Sec (2023) alcanzó resistencias de hasta **25.08 kg/cm<sup>2</sup>** mediante la incorporación de fibras sintéticas. Esta diferencia significativa evidencia que la resistencia del concreto celular puede mejorarse mediante el uso de aditivos o refuerzos, lo cual no fue considerado en la presente investigación. En este sentido, se identifica una oportunidad de mejora para futuras investigaciones.
- En contraste con el estudio de Ramos (2021), donde la adición de aluminio redujo la resistencia en comparación con la muestra patrón, se observa un comportamiento similar: la incorporación de elementos que generan porosidad tiende a disminuir la resistencia mecánica. Este fenómeno se explica por la presencia de vacíos en la estructura del material, los cuales reducen su capacidad de soportar cargas.
- Los resultados obtenidos permiten afirmar que el concreto celular es técnicamente viable para la elaboración de bloques para losa aligerada, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa E.070.
- Este hallazgo coincide con el estudio de Marca (2023), quien concluye que los bloques de concreto celular son adecuados para sistemas no estructurales. Asimismo, el estudio de

Pfuturi (2024) señala que, a pesar del bajo nivel de conocimiento sobre este material, existe una relación positiva entre el uso de agentes espumantes y las propiedades del concreto celular.

- En este contexto, la presente investigación contribuye a validar experimentalmente el uso del concreto celular, aportando evidencia técnica que puede fomentar su implementación.
- De manera integral, los resultados de la investigación permiten identificar que el concreto celular presenta ventajas y limitaciones. Entre las principales ventajas destacan:
  - Reducción significativa del peso
  - Mejora en el comportamiento térmico y acústico
  - Facilidad de manipulación

Sin embargo, también presenta limitaciones:

- Menor resistencia a la compresión
- Mayor costo unitario

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se concluyó que la dosificación óptima se determina con relación a la densidad del agente espumante (**139.736 kg/m<sup>3</sup>**) y la mezcla de agua-cemento (**1:2**) con el fin de reducir el peso de los bloques para losa aligerada, cuya resistencia a la compresión, en un periodo de 28 días de curado, fue de 8.35 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se concluyó que la elaboración de un bloque de concreto celular tiene un valor económico elevado de S/. 4.00 (cuatro con 00/100 soles) respecto al precio del ladrillo de techo tradicional pirámide de S/. 2.60 (dos con 60/100 soles), y el ladrillo de concreto tradicional de S/. 2.97 (dos con 97/100 soles), sin embargo, cabe resaltar que, para esta investigación la elaboración fue de manera artesanal, lo cual eleva su costo ya que la cantidad de producción es limitada.
- Se concluyó que el peso de un bloque de concreto celular es de 5.582 kg, más liviano que el ladrillo de techo tradicional de arcilla cuyo peso es de 7.628 kg y el ladrillo de concreto tradicional de 10.268kg.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener un buen control de cada uno de los materiales, mediante equipos o instrumentos sofisticados, que estén debidamente calibrados y así tener una mejor precisión al elaborar concreto celular.
- Se recomienda tener en cuenta la importancia de la densidad de la espuma (139.736 kg/m<sup>3</sup>), ya que, si esta pierde su consistencia, falla la elaboración de concreto celular.
- Se recomienda engrasar los moldes para no tener dificultades en el desencofrado y así tener un mejor acabo del bloque de concreto celular.
- Se recomienda realizar el curado de los bloques de concreto celular en un periodo de 28 días, ya que estos alcanzan su resistencia máxima en dicha edad.
- Se recomienda realizar un correcto secado de los bloques de concreto celular en horno a 110°C ± 5°C.

## CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del concreto (Teoría y Problemas)*. Lima: San Marcos.
- Alvitres, E. & Sec, E. (2023). *Análisis de las propiedades de los bloques de concreto celular incorporando espumante y fibras de polipropileno, Chiclayo 2023* (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo – Perú). Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/140307>
- American Concrete Institute. Cellular Concrete. (2014). *ACI Concrete Terminology*. <https://www.concrete.org/topicsinconcrete/topicdetail.aspx?search=cellular%20concrete>
- American Concrete Institute. 213R. (2014). Guide for structurallightweight aggregate concrete, American Concrete Institute. Detroit, USA.
- Araujo Taya G. P. (2021). *Aplicación de normas para la elaboración de unidades de albañilería con concreto liviano y la influencia en el confort en las viviendas de la ciudad de Ica*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica – Perú). Repositorio de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga. <https://hdl.handle.net/20.500.13028/4382>
- Chavarry Vallejos, C. M. (2010). *Control de costos en obras de construcción civil*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad de San Martín de Porres – Perú). Repositorio USMP. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/335>
- Chura, S.F. (2014). Los beneficios de concreto celular. *Revista Civilizate*, 9(5), 36-37
- Córdova Flores, M. A. & Flores Roque, J. D. (2024). *Análisis Comparativo De Las Propiedades Mecánicas Del Concreto Celular Para Optimizar El Diseño Utilizando Aditivo Espumante y Polvo De Aluminio*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad

César Vallejo – Perú). Repositorio de la Universidad César Vallejo.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/66841>

Jorge Molina, W. (2023). *Incidencia del jabón líquido en sus propiedades mecánicas y termoacústicas del bloque del concreto celular, como unidad de albañilería no estructural para la ciudad de Ayacucho*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Perú). Repositorio de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/d61f7fce-0ff7-4e62-8b91-a39819499fc7>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Variación de los Indicadores de Precios de la Economía*.

[https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe\\_de\\_precios\\_dic2020.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe_de_precios_dic2020.pdf)

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). *Variación de los Indicadores de Precios de la Economía*. <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-informe-tecnico-variacion-de-precios-dic-2021.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2025). *Variación de los Indicadores de Precios de la Economía*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/8009297/6728846-informe-de-precios-n-5-mayo-2025-variacion-de-los-indicadores-de-precios-de-la-economia.pdf>

Izquierdo Cárdenas, M. I. & Ortega Rivera, O. E. (2017). *Desarrollo y aplicación del concreto celular a base de aditivo espumante para la elaboración de bloques macizos destinados a tabiquerías no portantes en edificaciones*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Perú). Repositorio académico UPC.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/622468>

Jiménez, M., Rodríguez, D., & Castillo, L. (2021). Desempeño físico-mecánico del concreto celular para aplicaciones en la construcción liviana. *Revista Ingeniería y Construcción*, 36(2), 112-125.

Lazo Araya, J. (2017). *Diseño de concreto celular para diferentes densidades, análisis de sus propiedades y sus aplicaciones*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa – Perú). Repositorio de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2381>

Marca Cardenas, N. (2023). *Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto celular a base de detergente aniónico para muros no portantes*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de los Andes – Perú). Repositorio de la Universidad Tecnológica de los Andes.

<https://repositorio.utea.edu.pe/items/9c957fea-e14d-4fc9-a210-3894f78c6024>

Marcelo Gondra, P. D. (2019). *Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia” y su influencia en la resistencia a la compresión de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en la Provincia y Región de Pasco-2019*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Perú). Repositorio de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1569>

Martínez, H.U., Hernández, E.F., & Meneses, A.M. (2023). Concreto celular con espuma preformada y agregados ligeros. *Revista científica Nexo*, 36(4), 495-595.

Pfuturi Choque, R (2024). *Bloques de concreto hueco celular y su relación con aditivo espumante, Acomayo Cusco, 2024*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad

Nacional José Faustino Sánchez Carrión – Perú). Repositorio de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/10919>

Raj, A., Dhanya, S., & Mini, K. M. (2019). Physical and functional characteristics of foam concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 221(10), 787-799.

Ramos Rivera, K. (2021). *Propuesta de dosificación para hormigón celular utilizando polvo de aluminio en diferentes fracciones de peso respecto al cemento y su influencia en las propiedades mecánicas del hormigón*. (Tesis de pregrado de Ingeniería Civil, Escuela Politécnica Nacional – Quito). Repositorio de la Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21561>

Romero Huiracocha, M. L. (2024). *Evaluación de la resistencia a la compresión de bloques de concreto celular no autoclavado reforzado con fibras sintéticas de polipropileno y vidrio*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Química, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Ecuador). Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/23285>

Sánchez de Gusmán, D. (2010). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: Bhandar Editores LTOA.

Yerba Quispe, G. W. (2024). *Influencia de la incorporación de saponina y resina de pino en la conductividad térmica de unidades de albañilería de concreto celular*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez – Perú). Repositorio de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. <https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2114>

Ventura Ayala, C. E. (2015). *Propiedad es Físicas y Mecánicas de la Roca Volcánica del*

*cerro Acuchimay Para el Diseño de Concreto Liviano en la Ciudad de Ayacucho. Perú.*

(Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Perú). Repositorio de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/801>

Zamora Terrones, L. P. (2015). *Diseño de un bloque de concreto celular y su aplicación como unidad de albañilería no estructural.* (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca – Perú). Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/643>

## **CAPÍTULO VII: ANEXOS**

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

ANEXO 3: CÁLCULO DE LA POBLACIÓN

ANEXO 4: RESULTADOS DE ENSAYOS

ANEXO 5: APLICACIÓN

ANEXO 6: COSTO Y PESO

ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO

## **ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TÍTULO	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables
	¿Cuál es el impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, Chimbote-2025?	Analizar el impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, Chimbote-2025.	El uso de concreto celular en la elaboración de bloques para losa aligerada reducirá significativamente tanto el peso como el costo en comparación con los ladrillos tradicionales en Chimbote durante el año 2025.	Variable Independiente: Concreto celular
“Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, Chimbote-2025”	¿Cuál es la dosificación óptima de concreto celular que reducirá el peso de los bloques para losa aligerada?  ¿Cuál es el costo de nuestros bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales?  ¿Cuál es el peso de nuestros bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales?	Encontrar la dosificación óptima de concreto celular que reducirá el peso de los bloques para losa aligerada.  Comparar el costo de nuestros bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales.  Comparar el peso de nuestros bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular, respecto a los ladrillos tradicionales.	Con una densidad de 320 kg/m <sup>3</sup> de mezcla de concreto celular, obtenemos la dosificación óptima que reducirá el peso de los bloques para losa aligerada, respecto a los ladrillos tradicionales.  Los bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular serán más económicos, respecto a los ladrillos tradicionales.  Los bloques para losa aligerada elaborados con concreto celular serán livianos.	Variable dependiente: El costo y peso de los bloques para losa aligerada

**ANEXO 2:**  
**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**  
**DE VARIABLES**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
Variable Independiente: Concreto celular	Según el ACI (2014), define al concreto celular como una mezcla de cemento, agua y espuma preformada. (p.3)	Elaboración de unidades de concreto celular utilizando un agente espumante, determinando la densidad del concreto celular, dosificación, porcentaje de espuma incorporado, alabeo y resistencia a la compresión. (Chura, 2014, p. 1)	Propiedades físicas y mecánicas	Densidad del concreto celular (kg/m <sup>3</sup> ) Porcentaje de espuma incorporado (%) Alabeo (mm) Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) Dosificación	NTP 399.604 ASTM C869 NTP 339.613 ASTM C39	Razón
Variable dependiente: El costo y peso de los bloques para losa aligerada	Según Chavarry (2010), “el costo es un sistema de presupuesto que asegurará los ingresos que dan estabilidad a las empresas constructoras” (p. 23). Según Marcelo (2019), “el peso es la relación entre el peso del material y su volumen” (p. 31).	Evaluación económica del proceso de elaboración de bloques de concreto celular para losa aligerada, determinando el costo de materiales, rendimiento, incidencia, herramientas y mano de obra. (Izquierdo & Ortega, 2017, p. 30) Medición directa del peso de bloques producidos con concreto celular para losa aligerada comparados con ladrillos tradicionales del mismo volumen, determinando la densidad, absorción de agua, peso unitario y porosidad. (Martínez et al., 2023, p. 2)	Proporciones  Costo de producción  Peso de los bloques para losa aligerada	Costo de materiales (s/.) Rendimiento (und/día) Herramientas (und) Mano de obra (día) Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) Absorción de agua (%) Humedad (%) Peso (kg) Variabilidad dimensional (%)	NTP 339.035:2020 INEI NTP 339.046:2008 CAPECO CAPECO NTP 399.604 NTP 399.613 RNE E.070/ NTP 339.185 NTP 339.034:2004 NTP 399.604 / NTP 399.613	Razón

## **ANEXO 3:**

# **CÁLCULO DE LA MUESTRA**

## Ecuación 2

*Cálculo de la muestra.*

$$n = \frac{NZ^2\sigma^2}{(N-1)e^2 + Z^2\sigma^2}$$

Se trabajó con los siguientes valores:

N (Población) = 1000 unidades

Nivel de confianza 95% → Valor Z = 1.96

$\sigma$  (Desviación estándar) = 0.5

e (Error) = 10%

$$n = \frac{(1000)(1.96)^2(0.5)^2}{(1000-1)(0.1)^2 + (1.96)^2(0.5)^2}$$

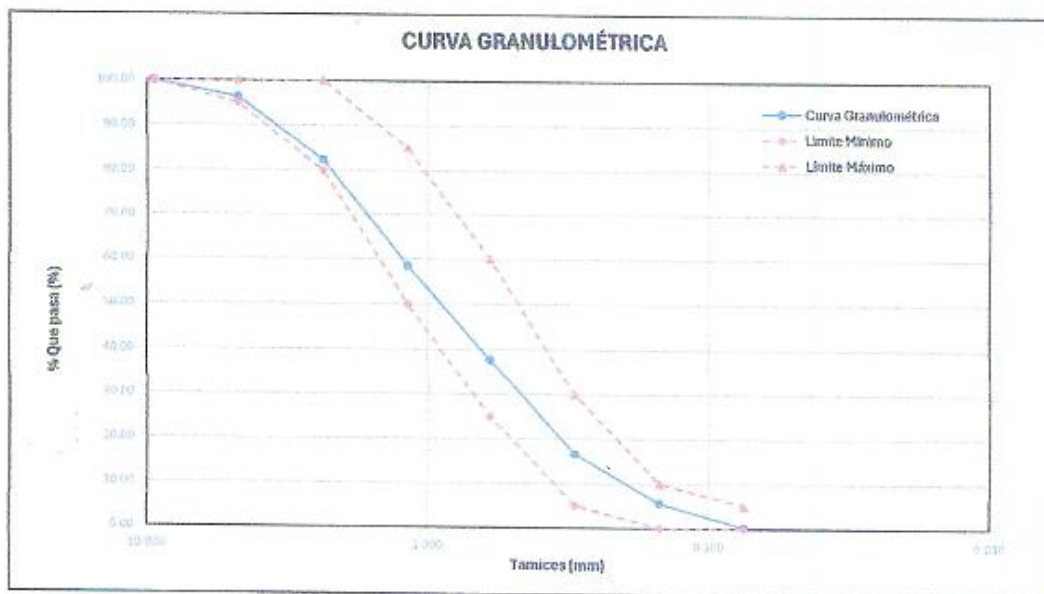
$n = 90$  bloques de concreto celular

## **ANEXO 4:**

# **RESULTADOS DE ENSAYOS**

	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> <b>NTP 400.012</b>
<b>PROYECTO :</b> <b>JEFE DE LABORATORIO:</b> <b>TESISTAS :</b> <b>MATERIAL :</b> <b>CANTERA :</b> <b>UBICACIÓN :</b> <b>FECHA :</b>	<p style="text-align: center;">*Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025*</p> <p>Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz          Bach. López Diego Denis Alex - 0201613036          Bach. Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016          Agregado Fino          San Pedro          Nuevo Chimbote, Santa, Ancash          15/09/2025</p>

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Límites NTP 400.037		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	<b>Características físicas:</b> Contenido de humedad: <b>0.15%</b> Modulo de Finura: <b>3.03</b>
Nº4	4.750	52.20	3.60	3.60	96.40	95	100	
Nº8	2.360	204.10	14.06	17.66	82.32	80	100	
Nº16	1.180	345.70	23.84	41.52	58.48	50	85	
Nº30	0.600	300.40	20.72	62.23	37.77	25	60	
Nº50	0.300	308.10	21.25	83.48	16.52	5	30	
Nº100	0.150	158.70	10.94	94.43	5.57	0	10	
Nº200	0.075	78.30	5.40	99.83	0.17	0	5	
Fondo	-	2.50	0.17	100.00	0.00			
<b>Total</b>		<b>1460.00</b>	<b>100.00</b>					



  
 Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz  
**JEFE DEL LABORATORIO**

  
 Bach. Javier Ramos Paredes  
**TÉCNICO DE LABORATORIO**

 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - INFORME DE ENSAYO <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> NTP 399.135	
<b>PROYECTO :</b> <b>JEFE DE LABORATORIO:</b> <b>TESISTAS :</b> <b>MATERIAL :</b> <b>CANTERA :</b> <b>UBICACIÓN :</b> <b>FECHA :</b>	*Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025* Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz Bach. López Diego Denis Alex - 0201613036 Bach. Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016 Agregado Fino San Pedrito Nuevo Chimbote, Santa, Áncash 15/09/2025

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Peso del recipiente (gr)	27.12	26.93	26.82	
Peso del recipiente + muestra húmeda (gr)	112.20	127.20	116.62	
Peso del recipiente + muestra seca (gr)	112.00	127.10	116.51	
Peso de muestra húmeda (gr)	85.08	100.27	89.80	
Peso de muestra seca (gr)	84.88	100.17	89.69	
Peso de agua (gr)	0.20	0.10	0.11	
Contenido de Humedad (%)	0.24	0.10	0.12	0.15



Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz  
JEFE DEL LABORATORIO

Javier Ramos Paredes  
Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA CHIMBOTE - PERÚ		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO
		<b>ALABEO</b> <b>NTP 399.613</b>
<b>PROYECTO :</b>	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"	
<b>JEFE DE LABORATORIO:</b>	Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz	
<b>TESISTAS :</b>	López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016	
<b>CLASE DE LADRILLO:</b>	BLOQUE NP	
<b>DENOMINACIÓN :</b>	Artesanal	
<b>UBICACIÓN :</b>	Nuevo Chimbote, Santa, Áncash	
<b>FECHA :</b>	12/12/2025	

ESPECÍMEN N°	ALABEO					
	MEDIDA CARA SUPERIOR			MEDIDA CARA INFERIOR		
	CONVEXIDAD		CONCAVIDAD	CONVEXIDAD		CONCAVIDAD
	Lado Izq. (mm)	Lado Der. (mm)	Centro (mm)	Lado Izq. (mm)	Lado Der (mm)	Centro (mm)
Concreto Celular 01	2.50	2.00				1.00
Concreto Celular 02	3.00	2.50				1.50
Concreto Celular 03	1.00	1.00		1.00	1.50	
Concreto Celular 04	4.50	1.00		1.00	1.00	
Concreto Celular 05	2.00	2.00		4.00	3.00	
Concreto Celular 06			2.00			1.00
Concreto Celular 07			1.00			1.00
Concreto Celular 08	1.50	2.00		1.00	1.00	
Concreto Celular 09			3.00	1.00	3.00	
Concreto Celular 10			3.00	1.00	1.50	
Concreto Celular 11			4.00	1.50	0.50	
Concreto Celular 12			4.00	0.50	1.00	
Concreto Celular 13	1.00	1.00				1.00
Concreto Celular 14	1.00	1.00				4.00
Concreto Celular 15			4.00			5.00
Concreto Celular 16	0.50	0.50		1.00	1.00	
Concreto Celular 17	1.00	1.00				2.00
Concreto Celular 18			2.00			1.50
Concreto Celular 19			2.50			1.00
Concreto Celular 20			2.00			1.00
Concreto Celular 21			2.00			1.50
Concreto Celular 22	1.50	3.00				3.50
Concreto Celular 23	3.00	4.00		1.00	1.50	
Concreto Celular 24			3.00	1.00	1.00	
Concreto Celular 25			3.50	1.00	1.00	
Concreto Celular 26	2.00	4.00		1.50	1.00	
Concreto Celular 27	2.50	3.50				1.00
Concreto Celular 28	5.00	4.50				1.50
Concreto Celular 29	2.00	1.00				2.00
Concreto Celular 30			4.00			1.00
Concreto Celular 31	3.00	2.00		2.00	3.00	
Concreto Celular 32			5.50			1.50
Concreto Celular 33	2.00	3.00		1.00	1.00	



Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz  
JEFE DEL LABORATORIO



Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO
		<b>ALABEO</b> NTP 399.613
<b>PROYECTO :</b>	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"	
<b>JEFE DE LABORATORIO:</b>	Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz	
<b>TESISTAS :</b>	López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016	
<b>CLASE DE LADRILLO:</b>	BLOQUE NP	
<b>DENOMINACIÓN :</b>	Artesanal	
<b>UBICACIÓN :</b>	Nuevo Chimbote, Santa, Áncash	
<b>FECHA :</b>	12/12/2025	

ESPÉCIMEN N°	ALABEO					
	MEDIDA CARA SUPERIOR			MEDIDA CARA INFERIOR		
	CONVEXIDAD		CONCAVIDAD	CONVEXIDAD		CONCAVIDAD
	Lado Izq. (mm)	Lado Der. (mm)	Centro (mm)	Lado Izq. (mm)	Lado Der (mm)	Centro (mm)
Concreto Celular 34	2.00	3.00		1.00	1.00	
Concreto Celular 35	3.00	2.00		1.00	0.50	
Concreto Celular 36	2.50	2.00		1.00	1.00	
Concreto Celular 37			3.00			1.00
Concreto Celular 38			2.00	0.50	0.50	
Concreto Celular 39			4.00			1.00
Concreto Celular 40	2.50	2.00				1.00
Concreto Celular 41	5.00	2.00				1.50
Concreto Celular 42	1.00	2.00		1.00	1.00	
Concreto Celular 43	3.00	2.50		1.50	1.00	
Concreto Celular 44	2.50	3.00		1.00	1.00	
Concreto Celular 45	2.00	2.00		1.00	1.50	
<b>PROMEDIO (mm)</b>	<b>2.31</b>	<b>2.20</b>	<b>3.03</b>	<b>1.20</b>	<b>1.28</b>	<b>1.66</b>
<b>ALABEO (máx. mm)</b>	<b>8.00</b>	<b>8.00</b>	<b>8.00</b>	<b>8.00</b>	<b>8.00</b>	<b>8.00</b>
	ok	ok	ok	ok	ok	ok



Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz  
JEFE DEL LABORATORIO

*Javier Ramos Paredes*  
Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO	
	<p align="center"><b>HUMEDAD</b> <b>NTP E.070</b></p>	
<b>PROYECTO :</b>  <b>JEFE DE LABORATORIO :</b> <b>TESISTAS :</b>  <b>CLASE DE LADRILLO :</b> <b>DENOMINACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b> <b>FECHA :</b>	<p>“Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025”</p> <p>Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz          López Diego Denis Alex - 0201613036          Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016</p> <p>BLOQUE NP          Artesanal          Nuevo Chimbote, Santa, Áncash          12/12/2025</p>	


$$HUMEDAD (\%) = \frac{PESO_{natural} - PESO_{seco}}{PESO_{seco}}$$

ESPECÍMEN N°	HUMEDAD		HUMEDAD NATURAL (%)
	PESO		
	P. Natural (KG)	P. Seco (KG)	
Concreto Celular 01	6.850	5.350	28.037
Concreto Celular 02	6.920	6.225	11.165
Concreto Celular 03	5.710	4.330	31.871
Concreto Celular 04	6.315	5.875	7.489
Concreto Celular 05	7.150	5.905	21.084
Concreto Celular 06	6.550	6.050	8.264
Concreto Celular 07	5.235	4.250	23.176
Concreto Celular 08	6.615	6.225	6.265
Concreto Celular 09	6.640	6.050	9.752
Concreto Celular 10	6.140	5.895	4.156
Concreto Celular 11	6.820	6.210	9.823
Concreto Celular 12	6.565	6.435	2.020
Concreto Celular 13	6.210	5.980	3.846
Concreto Celular 14	6.440	5.680	13.380
Concreto Celular 15	6.850	6.010	13.977
Concreto Celular 16	7.100	6.155	15.353
Concreto Celular 17	6.520	5.850	11.453
Concreto Celular 18	6.240	5.420	15.129
Concreto Celular 19	7.000	6.110	14.566
Concreto Celular 20	5.860	5.150	13.786
Concreto Celular 21	5.605	4.850	15.567
Concreto Celular 22	5.400	4.650	16.129
Concreto Celular 23	5.155	4.555	13.172
Concreto Celular 24	6.690	5.750	16.348



Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz  
JEFE DEL LABORATORIO

Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO</b></p>
	<p><b>HUMEDAD</b> <b>NTP E.070</b></p>
<p><b>PROYECTO :</b></p>	<p>“Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025”</p>
<p><b>JEFE DE LABORATORIO :</b></p>	<p>Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz</p>
<p><b>TESISTAS :</b></p>	<p>López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016</p>
<p><b>CLASE DE LADRILLO :</b></p>	<p>BLOQUE NP</p>
<p><b>DENOMINACIÓN :</b></p>	<p>Artesanal</p>
<p><b>UBICACIÓN :</b></p>	<p>Nuevo Chimbote, Santa, Áncash</p>
<p><b>FECHA :</b></p>	<p>12/12/2025</p>

ESPÉCIMEN N°	PESO		HUMEDAD NATURAL
	P. Natural (KG)	P. Seco (KG)	(%)
Concreto Celular 25	5.405	4.670	15.739
Concreto Celular 26	7.285	6.325	15.178
Concreto Celular 27	6.565	5.650	16.195
Concreto Celular 28	6.305	5.425	16.221
Concreto Celular 29	5.880	5.065	16.091
Concreto Celular 30	6.675	5.750	16.087
Concreto Celular 31	6.855	6.175	11.012
Concreto Celular 32	6.290	5.840	7.705
Concreto Celular 33	6.320	5.795	9.060
Concreto Celular 34	6.520	5.860	11.263
Concreto Celular 35	5.880	4.950	18.788
Concreto Celular 36	5.650	4.895	15.424
Concreto Celular 37	7.100	6.225	14.056
Concreto Celular 38	6.250	5.435	14.995
Concreto Celular 39	6.520	5.255	24.072
Concreto Celular 40	5.960	5.085	17.207
Concreto Celular 41	7.010	6.045	15.964
Concreto Celular 42	6.255	5.750	8.783
Concreto Celular 43	6.355	5.550	14.505
Concreto Celular 44	5.875	4.850	21.134
Concreto Celular 45	6.245	5.655	10.433
<b>PROMEDIO</b>	<b>1006.278</b>	<b>5.582</b>	<b>14.127</b>



Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz  
JEFE DEL LABORATORIO

Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p align="center"><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO</b></p>
	<p align="center"><b>ABSORCIÓN</b> <b>NTP 399.613</b></p>
<p><b>PROYECTO :</b></p> <p><b>JEFE DE LABORATORIO :</b></p> <p><b>TESISTAS :</b></p> <p><b>CLASE DE LADRILLO :</b></p> <p><b>DENOMINACIÓN :</b></p> <p><b>UBICACIÓN :</b></p> <p><b>UBICACIÓN :</b></p>	<p>"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"</p> <p>Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz</p> <p>López Diego Denis Alex - 0201613036</p> <p>Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016</p> <p>BLOQUE NP</p> <p>Artesanal</p> <p>Nuevo Chimbote, Santa, Áncash</p> <p>12/12/2025</p>

$$\text{ABSORCIÓN (\%)} = \frac{\text{PESO}_{\text{saturado}} - \text{PESO}_{\text{seco}}}{\text{PESO}_{\text{seco}}} \cdot 100$$

ESPECÍMEN N°	ABSORCIÓN			ABSORCIÓN (%)
	PESO			
	P. Natural (kg)	P. Seco (kg)	P. Saturado 24h (kg)	
Concreto Celular 01	6.850	5.350	7.760	45.047
Concreto Celular 02	6.920	6.225	8.100	30.120
Concreto Celular 03	5.710	4.330	7.720	78.291
Concreto Celular 04	6.315	5.875	8.340	41.957
Concreto Celular 05	7.150	5.905	8.421	42.608
Concreto Celular 06	6.550	6.050	7.851	29.769
Concreto Celular 07	5.235	4.250	7.655	80.118
Concreto Celular 08	6.615	6.225	8.125	30.522
Concreto Celular 09	6.640	6.050	8.210	35.702
Concreto Celular 10	6.140	5.895	7.985	35.454
Concreto Celular 11	6.820	6.210	8.250	32.850
Concreto Celular 12	6.565	6.435	8.150	26.651
Concreto Celular 13	6.210	5.980	7.850	31.271
Concreto Celular 14	6.440	5.680	7.995	40.757
Concreto Celular 15	6.850	6.010	8.050	33.943
Concreto Celular 16	7.100	6.155	8.540	38.749
Concreto Celular 17	6.520	5.850	8.020	37.094
Concreto Celular 18	6.240	5.420	7.865	45.111
Concreto Celular 19	7.000	6.110	8.750	43.208
Concreto Celular 20	5.860	5.150	8.840	71.650
Concreto Celular 21	5.605	4.850	7.960	64.124
Concreto Celular 22	5.400	4.650	7.760	66.882
Concreto Celular 23	5.155	4.555	7.890	73.216
Concreto Celular 24	6.690	5.750	8.450	46.957
Concreto Celular 25	5.405	4.670	7.355	57.495



Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz  
JEFE DEL LABORATORIO

Javier Ramos Paredes  
Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO</b>
	<b>ABSORCIÓN</b> <b>NTP 399.613</b>
<b>PROYECTO :</b> <b>JEFE DE LABORATORIO :</b> <b>TESISTAS :</b> <b>CLASE DE LADRILLO :</b> <b>DENOMINACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b>	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025" Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016 BLOQUE NP Artesanal Nuevo Chimbote, Santa, Áncash 12/12/2025

ESPECÍMEN N°	PESO			ABSORCIÓN (%)
	P. Natural (kg)	P. Seco (kg)	P. Saturado 24h (kg)	
Concreto Celular 26	7.285	6.325	9.010	42.451
Concreto Celular 27	6.565	5.650	8.500	50.442
Concreto Celular 28	6.305	5.425	7.980	47.097
Concreto Celular 29	5.880	5.065	7.680	51.629
Concreto Celular 30	6.675	5.750	8.240	43.304
Concreto Celular 31	6.855	6.175	8.320	34.737
Concreto Celular 32	6.290	5.840	7.990	36.815
Concreto Celular 33	6.320	5.795	8.200	41.501
Concreto Celular 34	6.520	5.860	7.750	32.253
Concreto Celular 35	5.880	4.950	7.500	51.515
Concreto Celular 36	5.650	4.895	7.690	57.099
Concreto Celular 37	7.100	6.225	8.315	33.574
Concreto Celular 38	6.250	5.435	7.870	44.802
Concreto Celular 39	6.520	5.255	7.960	51.475
Concreto Celular 40	5.960	5.085	8.215	61.554
Concreto Celular 41	7.010	6.045	8.315	37.552
Concreto Celular 42	6.255	5.750	7.920	37.739
Concreto Celular 43	6.355	5.550	8.650	55.856
Concreto Celular 44	5.875	4.850	8.320	71.546
Concreto Celular 45	6.245	5.655	8.450	49.425
<b>PROMEDIO</b>	<b>1006.278</b>	<b>5.582</b>	<b>8.106</b>	<b>46.487</b>
<b>ABSORCIÓN (máx %)</b>				<b>15.000</b>

Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz  
JEFE DEL LABORATORIO

Javier Ramos Paredes  
Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO</b>	
<b>VARIABILIDAD DIMENSIONAL</b> NTP 399.604 / NTP 399.613	
<p><b>PROYECTO :</b></p> <p><b>JEFE DE LABORATORIO :</b></p> <p><b>TESISTAS :</b></p> <p><b>CLASE DE LADRILLO :</b></p> <p><b>DENOMINACIÓN :</b></p> <p><b>UBICACIÓN :</b></p> <p><b>FECHA :</b></p>	<p>"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"</p> <p>Ms. Julio Cesar Rivaspiata Díaz</p> <p>Bach. López Diego Denis Alex - 0201613036</p> <p>Bach. Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016</p> <p><b>BLOQUE NP</b></p> <p>Artisanal</p> <p>Nuevo Chimbote, Santa, Áncash</p> <p>12/12/2025</p>



$$V\% = \frac{ME - MP}{ME} * 100$$

DONDE:

V% = Variación dimensional

ME = Medida especificada por el fabricante (mm)

MP = Medida promedio (mm)

ESPÉCIMEN N°	LARGO (mm)						ANCHO (mm)						ALTURA (mm)					
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP			
Concreto Celular 01	301.0	299.0	300.0	301.0	300.3	302.0	301.0	301.0	300.0	301.0	150.0	151.0	149.0	149.0	149.8			
Concreto Celular 02	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	301.0	301.0	302.0	302.0	301.5	150.0	149.0	148.0	149.0	149.0			
Concreto Celular 03	300.0	300.0	300.0	301.0	300.3	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	151.0	152.0	152.0	150.0	151.3			
Concreto Celular 04	301.0	300.0	300.0	301.0	300.5	299.0	299.0	300.0	300.0	299.5	149.0	149.0	147.0	149.0	148.5			
Concreto Celular 05	301.0	302.0	300.0	301.0	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.3	153.0	152.0	152.0	152.0	152.3			
Concreto Celular 06	300.0	300.0	300.0	301.0	300.3	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	151.0	152.0	152.0	150.0	151.3			



*Javier Ramos Paredes*

Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

*Ms. Julio Cesar Rivaspiata Díaz*

Ms. Julio Cesar Rivaspiata Díaz  
JEFE DEL LABORATORIO

<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO</b>	
<b>VARIABILIDAD DIMENSIONAL</b> NTP 399.604 / NTP 399.613	
	<p><b>PROYECTO :</b> "Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"</p> <p><b>JEFE DE LABORATORIO :</b> Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz</p> <p><b>TESISTAS :</b> Bach. López Diego Denis Alex - 0201613036 Bach. Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016</p> <p><b>CLASE DE LADRILLO :</b> BLOQUE NP</p> <p><b>DENOMINACIÓN :</b> Artesanal</p> <p><b>UBICACIÓN :</b> Nuevo Chimbote, Santa, Áncash</p> <p><b>FECHA :</b> 12/12/2025</p>

ESPÉCIMEN N°	LARGO (mm)						ANCHO (mm)						ALTURA (mm)					
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP			
Concreto Celular 07	300.0	301.0	301.0	300.0	300.0	301.0	302.0	301.0	300.0	301.0	149.0	149.0	148.0	148.0	148.5			
Concreto Celular 08	301.0	301.0	300.0	300.0	300.5	300.0	299.0	299.0	300.0	299.5	151.0	151.0	150.0	150.0	150.5			
Concreto Celular 09	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	301.0	301.0	302.0	302.0	301.5	150.0	149.0	148.0	149.0	149.0			
Concreto Celular 10	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	300.0	301.0	302.0	301.0	301.0	150.0	150.0	149.0	149.0	149.5			
Concreto Celular 11	301.0	302.0	300.0	301.0	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.3	153.0	152.0	152.0	152.0	152.3			
Concreto Celular 12	301.0	301.0	300.0	300.0	300.5	300.0	299.0	299.0	300.0	299.5	151.0	151.0	150.0	150.0	150.5			
Concreto Celular 13	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	300.0	301.0	302.0	301.0	301.0	150.0	150.0	149.0	149.0	149.5			
Concreto Celular 14	300.0	300.0	300.0	301.0	300.3	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	151.0	152.0	152.0	150.0	151.3			
Concreto Celular 15	301.0	301.0	300.0	300.0	300.5	300.0	299.0	299.0	300.0	299.5	151.0	151.0	150.0	150.0	150.5			
Concreto Celular 16	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	301.0	300.0	300.0	300.3	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0			
Concreto Celular 17	301.0	302.0	300.0	301.0	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.3	153.0	152.0	152.0	152.0	152.3			
Concreto Celular 18	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	301.0	301.0	302.0	302.0	301.5	150.0	149.0	148.0	149.0	149.0			



Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz  
JEFE DEL LABORATORIO

*Javier Ramos Paredes*

Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO</b>	
<b>VARIABILIDAD DIMENSIONAL</b> NTP 399.604 / NTP 399.613	
<b>PROYECTO</b> :	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"
<b>JEFE DE LABORATORIO</b> :	Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz
<b>TESISTAS</b> :	Bach. López Diego Denis Alex - 0201613036 Bach. Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016
<b>CLASE DE LADRILLO</b> :	BLOQUE NP
<b>DENOMINACIÓN</b> :	Artesanal
<b>UBICACIÓN</b> :	Nuevo Chimbote, Santa, Áncash
<b>FECHA</b> :	12/12/2025

**VARIABILIDAD DIMENSIONAL**

ESPECÍMEN N°	LARGO (mm)										ANCHO (mm)				ALTURA (mm)			
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP			
Concreto Celular 19	300.0	300.0	301.0	301.0	301.0	300.5	300.0	301.0	302.0	301.0	301.0	301.0	150.0	150.0	149.0	149.0	149.5	
Concreto Celular 20	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.5	300.0	299.0	299.0	300.0	299.5	151.0	151.0	150.0	150.0	150.0	150.5	
Concreto Celular 21	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.3	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	
Concreto Celular 22	301.0	302.0	300.0	301.0	301.0	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.3	153.0	152.0	152.0	152.0	152.0	152.3	
Concreto Celular 23	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	300.0	300.0	301.0	302.0	301.0	301.0	150.0	150.0	149.0	149.0	149.0	149.5	
Concreto Celular 24	300.0	300.0	300.0	301.0	300.3	300.0	300.0	301.0	301.0	300.0	300.5	151.0	152.0	152.0	150.0	150.0	151.3	
Concreto Celular 25	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	301.0	300.0	300.0	300.3	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.5	
Concreto Celular 26	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.5	300.0	299.0	299.0	300.0	299.5	151.0	151.0	150.0	150.0	150.0	152.3	
Concreto Celular 27	301.0	302.0	300.0	301.0	301.0	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.3	153.0	152.0	152.0	152.0	152.0	152.3	
Concreto Celular 28	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	301.0	300.0	300.0	300.3	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	
Concreto Celular 29	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	301.0	301.0	302.0	302.0	301.5	301.5	150.0	149.0	148.0	149.0	149.0	149.0	
Concreto Celular 30	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	301.0	300.0	300.0	300.3	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	
Concreto Celular 31	301.0	302.0	300.0	301.0	301.0	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.3	153.0	152.0	152.0	152.0	152.0	152.3	



Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz  
JEFE DEL LABORATORIO

*Javier Ramos Paredes*  
Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO</b>	
<b>VARIABILIDAD DIMENSIONAL</b> NTP 399.604 / NTP 399.613	
<b>PROYECTO :</b>	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"
<b>JEFE DE LABORATORIO :</b>	Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz
<b>TESISTAS :</b>	Bach. López Diego Denis Alex - 0201613036 Bach. Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016
<b>CLASE DE LADRILLO :</b>	BLOQUE NP
<b>DENOMINACIÓN :</b>	Artesanal
<b>UBICACIÓN :</b>	Nuevo Chimbote, Santa, Áncash
<b>FECHA :</b>	12/12/2025

ESPÉCIMEN N°	LARGO (mm)										ANCHO (mm)				ALTURA (mm)			
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP			
Concreto Celular 32	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.0	299.0	299.0	300.0	299.5	151.0	151.0	150.0	150.0	150.5			
Concreto Celular 33	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	300.0	301.0	302.0	301.0	301.0	150.0	150.0	149.0	149.0	149.5			
Concreto Celular 34	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	301.0	301.0	302.0	302.0	301.5	150.0	149.0	148.0	149.0	149.0			
Concreto Celular 35	300.0	300.0	300.0	301.0	300.3	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	151.0	152.0	152.0	150.0	151.3			
Concreto Celular 36	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	301.0	300.0	300.0	300.3	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0			
Concreto Celular 37	301.0	302.0	300.0	301.0	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.3	153.0	152.0	152.0	152.0	152.3			
Concreto Celular 38	301.0	301.0	300.0	300.0	300.5	300.0	299.0	299.0	300.0	299.5	151.0	151.0	150.0	150.0	150.5			
Concreto Celular 39	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	301.0	300.0	300.0	300.3	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0			
Concreto Celular 40	301.0	301.0	300.0	300.0	300.5	300.0	299.0	299.0	300.0	299.5	151.0	151.0	150.0	150.0	150.5			
Concreto Celular 41	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	301.0	300.0	300.0	300.3	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0			
Concreto Celular 42	300.0	300.0	300.0	301.0	300.3	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	151.0	152.0	152.0	150.0	151.3			

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz  
JEFE DEL LABORATORIO

Javier Ramos Paredes  
Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO

<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - INFORME DE ENSAYO</b>	
<b>VARIABILIDAD DIMENSIONAL</b> NTP 399.604 / NTP 399.613	
<b>PROYECTO</b> :	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"
<b>JEFE DE LABORATORIO</b> :	Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz
<b>TESISTAS</b> :	Bach. López Diego Denis Alex - 0201613036 Bach. Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016
<b>CLASE DE LADRILLO</b> :	BLOQUE NP
<b>DENOMINACIÓN</b> :	Artesanal
<b>UBICACIÓN</b> :	Nuevo Chimbote, Santa, Áncash
<b>FECHA</b> :	12/12/2025

ESPÉCIMEN N°	LARGO (mm)					ANCHO (mm)					ALTURA (mm)				
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP
Concreto Celular 43	301.0	302.0	300.0	301.0	301.0	301.0	300.0	300.0	300.0	300.3	153.0	152.0	152.0	152.0	152.3
Concreto Celular 44	301.0	301.0	300.0	300.0	300.5	300.0	299.0	299.0	300.0	299.5	151.0	151.0	150.0	150.0	150.5
Concreto Celular 45	300.0	300.0	301.0	301.0	300.5	300.0	301.0	302.0	301.0	301.0	150.0	150.0	149.0	149.0	149.5
Medida promedio (mm)	300.5					300.4					150.42				
Medida especificada del fabricante (mm)	300.0														
Desviación estándar	0.315					0.63					1.12				
Variación dimensional (%)	-0.154					-0.13					-0.278				
Variación dimensional - norma E.070 (%)	±4%					±4%					±6%				
	OK					OK					OK				



Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz  
JEFE DEL LABORATORIO

*Javier Ramos Paredes*

Bach. Javier Ramos Paredes  
TÉCNICO DE LABORATORIO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

"ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CONCRETO CELULAR EN EL COSTO Y PESO AL ELABORAR BLOQUES PARA LOSA ALIGERADA, CHIMBOTE - 2025"

FECHA : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2025.

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

N° PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FC/F'c %	FALLA
1	LP-3 - LADRILLO DE CONCRETO	22/09/2025	27/11/2025	66	10050	796.50	-	12.62	-	-
2	P-1 - LADRILLO DE ARCILLA	-	27/11/2025	-	12820	796.50	-	16.10	-	-



ICCSA INGENIEROS SAC

*Vasquez*  
VÁSQUEZ VÍCTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIR N° 282536



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

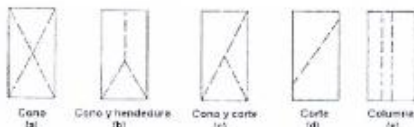
"ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CONCRETO CELULAR EN EL COSTO Y PESO AL ELABORAR BLOQUES PARA LOSA ALIGERADA, CHIMBOTE - 2025"

FECHA : 26 DE NOVIEMBRE DEL 2025

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FC/FC %	FALLA
1	P01 - PROBETA PATRÓN	18/09/2025	26/11/2025	69	12910	79.56		162.27		D
2	P02 - PROBETA PATRÓN	18/09/2025	26/11/2025	69	13530	80.36		168.37		B
3	P03 - PROBETA PATRÓN	18/09/2025	26/11/2025	69	10780	80.04		134.69		C



ICCSA INGENIEROS SAC  
MASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 202536



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

\*ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CONCRETO CELULAR EN EL COSTO Y PESO AL ELABORAR BLOQUES PARA LOSA ALIGERADA, CHIMBOTE - 2025\*

FECHA : 26 DE NOVIEMBRE DEL 2025

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FC/F'c %	FALLA
1	B-02 - DISEÑO 2	12/11/2025	26/11/2025	14	5600	840.00	-	6.67	-	-
2	B-11 - DISEÑO 2	12/11/2025	26/11/2025	14	5280	840.00	-	6.29	-	-
3	B-32 - DISEÑO 2	10/11/2025	26/11/2025	7	4680	840.00	-	5.57	-	-



ICCSA INGENIEROS SAC

*Victor Octavio Vasquez*  
VÁSQUEZ VÁSQUEZ VÍCTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
C.R. Nº 2037536



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

"ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CONCRETO CELULAR EN EL COSTO Y PESO AL ELABORAR BLOQUES PARA LOSA ALIGERADA, CHIMBOTE - 2025"

FECHA : 26 DE NOVIEMBRE DEL 2025

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LSP-711-2024

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FC/F' C %	FALLA
1	B-03 - DISEÑO 1	12/11/2025	26/11/2025	14	4640	840,00	-	5,52	-	-
2	B-30 - DISEÑO 1	19/11/2025	26/11/2025	7	3520	840,00	-	4,19	-	-
3	B-7 - DISEÑO 1	19/11/2025	26/11/2025	7	2800	840,00	-	3,33	-	-



ICCSA INGENIEROS SAC

*Victor Octavio Vasquez*  
VÁSPLATA VÁSQUEZ VÍCTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 202536



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

"ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CONCRETO CELULAR EN EL COSTO Y PESO AL ELABORAR BLOQUES PARA LOSA ALIGERADA, CHIMBOTE - 2025"

FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2025

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP-0073

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FC/F'c %	FALLA
1	B-04	05/12/2025	12/12/2025	7	4160	840.00	-	4.95	-	-
2	B-10	05/12/2025	12/12/2025	7	4010	840.00	-	4.77	-	-
3	B-7	05/12/2025	12/12/2025	7	4050	840.00	-	4.82	-	-

ICCSA INGENIEROS SAC  
 Vº Bº  
 VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 R. Nº 282536



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

"ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CONCRETO CELULAR EN EL COSTO Y PESO AL ELABORAR BLOQUES PARA LOSA ALIGERADA, CHIMBOTE - 2025"

FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2025

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FC/F' C %	FALLA
1	B-08	28/11/2025	12/12/2025	10	4430	840,00	-	5,27	-	-
2	B-09	28/11/2025	12/12/2025	14	4560	840,00	-	5,43	-	-
3	B-11	28/11/2025	12/12/2025	14	4990	840,00	-	5,94	-	-



ICCSA INGENIEROS SAC  
*Victor O. Masplata*  
 MASPLATA MASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 282556



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

"ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CONCRETO CELULAR EN EL COSTO Y PESO AL ELABORAR BLOQUES PARA LOSA ALIGERADA, CHIMBOTE - 2025"

FECHA :12 DE DICIEMBRE DEL 2025

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FC/FC %	FALLA
1	B-17	21/11/2025	12/12/2025	21	5210	840.00	-	6.20	-	-
2	B-12	11/11/2025	12/12/2025	21	5360	840.00	-	6.38	-	-
3	B-16	21/11/2025	12/12/2025	21	5180	840.00	-	6.17	-	-



ICCSA INGENIEROS SAC  
*Rosampla Vasquez V.*  
 ROSAMPLA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.N.º 281536



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

"ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CONCRETO CELULAR EN EL COSTO Y PESO AL ELABORAR BLOQUES PARA LOSA ALIGERADA, CHIMBOTE - 2025"

FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2025

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	FC/F'c %	FALLA
1	B-13	14/11/2025	12/12/2025	28	7160	840,00	-	8,52	-	-
2	B-15	14/11/2025	12/12/2025	28	6520	840,00	-	7,76	-	-
3	B-14	14/11/2025	12/12/2025	28	7870	840,00	-	8,77	-	-

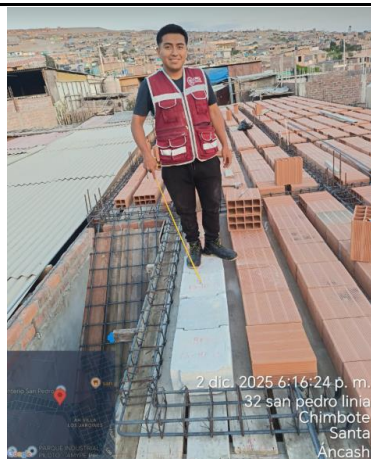


ICCSA INGENIEROS SAC  
*[Signature]*  
 DR. ASPLATA CASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 202536

## **ANEXO 5: APLICACIÓN**

	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>APLICACIÓN DE BLOQUE DE CONCRETO CELULAR</b>
<b>PROYECTO :</b>	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"
<b>JEFE DE LABORATORIO :</b>	Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz
<b>TESISTAS :</b>	López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016
<b>CLASE DE LADRILLO :</b>	BLOQUE NP
<b>DENOMINACIÓN :</b>	Artesanal
<b>UBICACIÓN :</b>	Nuevo Chimbote, Santa, Áncash
<b>UBICACIÓN :</b>	02/12/2025

**COLOCACIÓN DE LOS BLOQUES EN LOSA LIGERADA**



Una vez encofrado la losa aligerada. Se procedió a colocar y alinear el Bloque de Concreto Celular. En la imagen se muestra que el Bloque de Concreto Celular resiste el peso de una persona tranquilamente, la cual concluimos que es apto para su utilización en losas aligeradas.

**AMARRADO DE TEMPERATURA**



Una vez listo las vigas y viguetas respectivamente. Se procedió con el amarrado de la temperatura.

	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>APLICACIÓN DE BLOQUE DE CONCRETO CELULAR</b>
<b>PROYECTO</b> : "Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025" <b>JEFE DE LABORATORIO</b> : Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz <b>TESISTAS</b> : López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016 <b>CLASE DE LADRILLO</b> : BLOQUE NP <b>DENOMINACIÓN</b> : Artesanal <b>UBICACIÓN</b> : Nuevo Chimbote, Santa, Áncash <b>UBICACIÓN</b> : 05/12/2025	

**VACIADO DE CONCRETO EN LOSA ALIGERADO**


Se realizó el vaciado de concreto en vigas, viguetas y losa, a continuación se muestran imágenes del vaciado sobre el Bloque de Concreto Celular.



	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>APLICACIÓN DE BLOQUE DE CONCRETO CELULAR</b>
<b>PROYECTO</b> :	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"
<b>JEFE DE LABORATORIO</b> :	Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz
<b>TESISTAS</b> :	López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016
<b>CLASE DE LADRILLO</b> :	BLOQUE NP
<b>DENOMINACIÓN</b> :	Artesanal
<b>UBICACIÓN</b> :	Nuevo Chimbote, Santa, Áncash
<b>UBICACIÓN</b> :	05/12/2025

**VACIADO DE CONCRETO EN LOSA ALIGERADO**



 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>APLICACIÓN DE BLOQUE DE CONCRETO CELULAR</b>
<b>PROYECTO :</b> <b>JEFE DE LABORATORIO :</b> <b>TESISTAS :</b> <b>CLASE DE LADRILLO :</b> <b>DENOMINACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b>	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025" Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016 BLOQUE NP Artesanal Nuevo Chimbote, Santa, Áncash 05/12/2025


#### CONCLUSIÓN

- ➔ Se concluyó que el Bloque de Concreto Celular presenta una buena trabajabilidad.
- ➔ Se concluye que el Bloque de Concreto Celular se presenta como una gran alternativa para reemplazar a los ladrillos tradicionales.
- ➔ Se concluyó que el Bloque de Concreto Celular es ampliamente favorable en cuanto a Peso.
- ➔ Se concluyó que el Bloque de Concreto Celular soporta el peso de los lateros y trabajadores que se encuentran sobre la losa aligerada.
- ➔ Se concluye que el Bloque de Concreto Celular tiene mejor trabajabilidad que los tradicionales en cuanto a aliniamineto, ya que está diseñado con un molde tipo lego.

## **ANEXO 6: COSTO Y PESO**

	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS</b>
<b>PROYECTO :</b>  <b>JEFE DE LABORATORIO :</b> <b>TESISTAS :</b>  <b>CLASE DE LADRILLO :</b> <b>DENOMINACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b>	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"  Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016  BLOQUE NP Artesanal Nuevo Chimbote, Santa, Áncash 12/12/2025

**CUADRO COMPARATIVO DE BLOQUES**

TIPO DE UNIDAD				
<b>COSTO DE MATERIALES</b>	CEMENTO	CONCRETO CELULAR S/ 2.45 (soles/unidad)	LADRILLO DE CONCRETO s/ 1.27 (soles/unidad)	LADRILLO DE ARCILLA -
	ARENA FINA	-	s/ 0.90 (soles/unidad)	-
	AYUDIN	S/ 0.83 (soles/unidad)	-	-
	<b>COSTO DE MANO DE OBRA Y RENDIMIENTO</b>	CAPATAZ S/ 0.27 (soles/unidad)	S/ 0.30 (soles/unidad)	-
	<b>HERRAMIENTAS</b>	EQUIPOS SUMINISTROS S/ 0.45 (soles/unidad)	S/ 0.50 (soles/unidad)	-
	TRANSPORTE	-	-	-
	<b>TOTAL</b>	<b>S/4.00</b>	<b>S/2.97</b>	<b>S/2.60</b>

	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>CUADRO COMPARATIVO DE PESO</b>		
<b>PROYECTO</b> :	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025"		
<b>JEFE DE LABORATORIO</b> :	Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz		
<b>TESISTAS</b> :	López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016		
<b>CLASE DE LADRILLO</b> :	BLOQUE NP		
<b>DENOMINACIÓN</b> :	Artesanal		
<b>UBICACIÓN</b> :	Nuevo Chimbote, Santa, Áncash		
<b>UBICACIÓN</b> :	12/12/2025		

**LADRILLO PÍRAMIDE 30X30X15CM**




TIPO DE UNIDAD	LADRILLO DE ARCILLA		
	TIPO NP		
DIMENSIONES (Cm)	<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>	<b>LARGO</b>
	30	15	30
PESO (Kg)	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
	7.610	7.605	7.670
PESO PROMEDIO(Kg)	<b>7.628</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	16.10 KG/CM2		
COLOR	ARCILLA		
ACABADO	CORRUGADO		
NORMA	BLOQUE NP (NORMA E-070)		

	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>CUADRO COMPARATIVO DE PESO</b>
<b>PROYECTO :</b> <b>JEFE DE LABORATORIO :</b> <b>TESISTAS :</b> <b>CLASE DE LADRILLO :</b> <b>DENOMINACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b>	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025" Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016 BLOQUE NP Artesanal Nuevo Chimbote, Santa, Áncash 12/12/2025

**LADRILLO DE CONCRETO ARTESANAL 30X30X15CM**




TIPO DE UNIDAD	LADRILLO DE CONCRETO		
	TIPO NP		
DIMENSIONES (Cm)	ANCHO	ALTO	LARGO
		30	15
PESO (Kg)	P1	P2	P3
	9.960	10.205	10.640
PESO PROMEDIO (Kg)	<b>10.268</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	12.62 KG/CM2		
COLOR	GRIS		
ACABADO	LISO		
NORMA	BLOQUE NP (NORMA E-070)		

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>CUADRO COMPARATIVO DE PESO</b>
<b>PROYECTO</b> : "Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025" <b>JEFE DE LABORATORIO</b> : Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz <b>TESISTAS</b> : López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016 <b>CLASE DE LADRILLO</b> : BLOQUE NP <b>DENOMINACIÓN</b> : Artesanal <b>UBICACIÓN</b> : Nuevo Chimbote, Santa, Áncash <b>UBICACIÓN</b> : 12/12/2025	

**BLOQUE DE CONCRETO CELULAR 30X30X15CM**



TIPO DE UNIDAD	BLOQUE DE CONCRETO CELULAR		
	TIPO NP		
DIMENSIONES (Cm)	<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>	<b>LARGO</b>
	30	15	30
PESO (Kg)	esando los 90 ladrillos sacamos el promedio final que se muestra a continuación		
	<b>PESO PROMEDIO (Kg)</b>		<b>5.582</b>
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	8.35 KG/CM2		
COLOR	GRIS		
ACABADO	LISO		
NORMA	BLOQUE NP (NORMA E-070)		

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA CHIMBOTE - PERU</p>	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>CUADRO COMPARATIVO DE PESO</b>
<b>PROYECTO :</b> <b>JEFE DE LABORATORIO :</b> <b>TESISTAS :</b> <b>CLASE DE LADRILLO :</b> <b>DENOMINACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b> <b>UBICACIÓN :</b>	"Análisis del impacto del concreto celular en el costo y peso al elaborar bloques para losa aligerada, chimbote-2025" Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz López Diego Denis Alex - 0201613036 Sandoval Aquino Ronald Samuel - 0201613016 BLOQUE NP Artesanal Nuevo Chimbote, Santa, Áncash 12/12/2025

**CUADRO COMPARATIVO DE BLOQUES**



	CONCRETO CELULAR	LADRILLO DE CONCRETO	LADRILLO DE ARCILLA
<b>TIPO DE UNIDAD</b>	CONCRETO CELULAR	LADRILLO DE CONCRETO	LADRILLO DE ARCILLA
<b>COLOR</b>	GRIS	GRIS	ARCILLA
<b>PESO PROMEDIO (KG)</b>	<b>5.582</b>	<b>10.268</b>	<b>7.628</b>
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO</b>	NO APORTICADO	NO APORTICADO	NO APORTICADO

## **ANEXO 7:**

# **PANEL FOTOGRAFICO**

**Fotografía 1 y 2**

*Ensayo de granulometría.*



**Fotografía 3 y 4**

*Ensayo de contenido de humedad.*



### Fotografía 5

*Control de peso del cemento.*



### Fotografía 6

*Control de peso del agregado fino.*



### Fotografía 7 y 8

*Elaboración de ladrillo patrón.*



### Fotografía 9

*Vibrado del ladrillo patrón.*



### Fotografía 10

*Producto final: Ladrillo patrón.*



### Fotografía 11

*Elaboración de probetas para ensayo de resistencia a la compresión.*



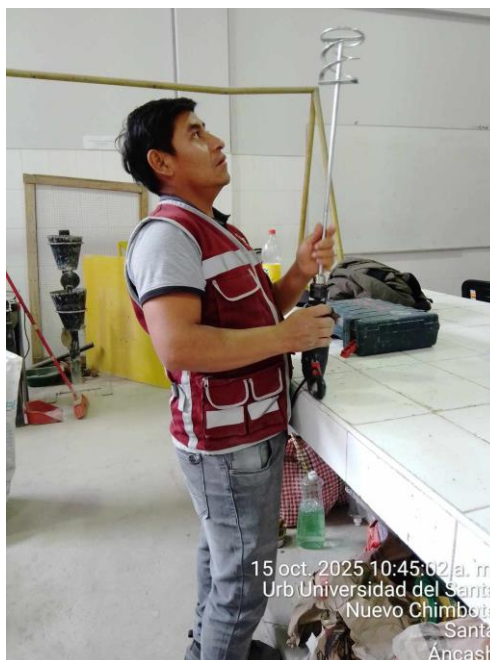
### Fotografía 12

*Control de peso de ladrillo patrón.*



### Fotografía 13

*Taladro percutor adaptado con mezclador de mortero.*



### Fotografía 14 y 15

*Control de cantidad de agente espumante Sapolio.*



### Fotografía 16

*Control de cantidad de cemento.*



**Fotografía 17 y 18**

*Control de cantidad de agua.*



**Fotografía 19**

*Elaboración de espuma.*



### Fotografía 20

*Mezclado de agua-cemento.*



### Fotografía 21

*Mezclado de agua-cemento-espuma.*



### Fotografía 22

*Vaciado de concreto celular.*



### Fotografía 23

*Bloque de concreto celular.*



### Fotografía 24

*Ensayo de resistencia a la compresión.*



### Fotografía 25

*Rotura de ladrillo patrón.*



### Fotografía 26

*Rotura de ladrillo de arcilla.*



### Fotografía 27 y 28

*Ensayo de variabilidad dimensional.*



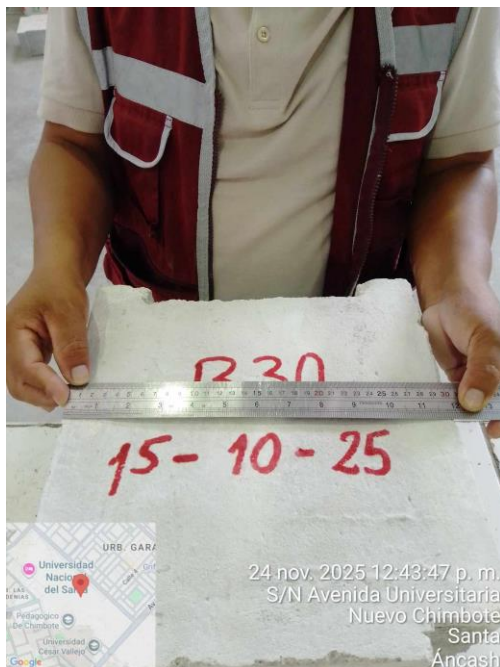
**Fotografía 29 y 30**

*Ensayo de variabilidad dimensional.*



**Fotografía 31 y 32**

*Ensayo de variabilidad dimensional.*



**Fotografía 33 y 34**

*Ensayo de alabeo.*



**Fotografía 35 y 36**

*Ensayo de alabeo.*



**Fotografía 37 y 38**

*Ensayo de alabeo.*

