

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**Modelo de aceptación de elementos estructurales prefabricados en la  
industria de la construcción**

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

**AUTOR:**

Fernando Javier Sierra Alejos

**ASESOR:**

Danny Eduardo Murguía Sánchez, Ph.D.

Lima, Junio, 2022

## Resumen

La adopción de innovaciones de productos y servicios tienen el objetivo de mejorar el desempeño de los proyectos en la industria de la construcción. Los elementos estructurales prefabricados son componentes (e.g. columna, viga, o losa) que son construidas fuera de obra en ambientes controlados, y que luego son trasladados al sitio de construcción. Luego, son ensamblados en un proceso más seguro, con menos desperdicio, y potencialmente mayor productivo. Estos elementos han sido adoptados en varias regiones del mundo, sin embargo, el uso en el mercado peruano es aún incipiente.

El objetivo de esta tesis presenta un modelo aceptación de los elementos estructurales prefabricados. Para ello, se revisó investigaciones relacionadas a los elementos estructurales prefabricados y sobre la adopción de innovaciones tecnológicas a nivel mundial, basadas en el marco de la tecnología, organización y medio ambiente (TOE por sus siglas en ingles) y en la teoría de difusión de innovaciones (DOI por sus siglas en ingles). De esta forma, se plantea un modelo de aceptación que mediante el uso de estadística descriptiva e inferencial busca profundizar e identificar los factores que influyen en la adopción de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción. Con este propósito, se diseña un instrumento de medición para encuestar a los distintos profesionales de la construcción ubicados a nivel nacional.

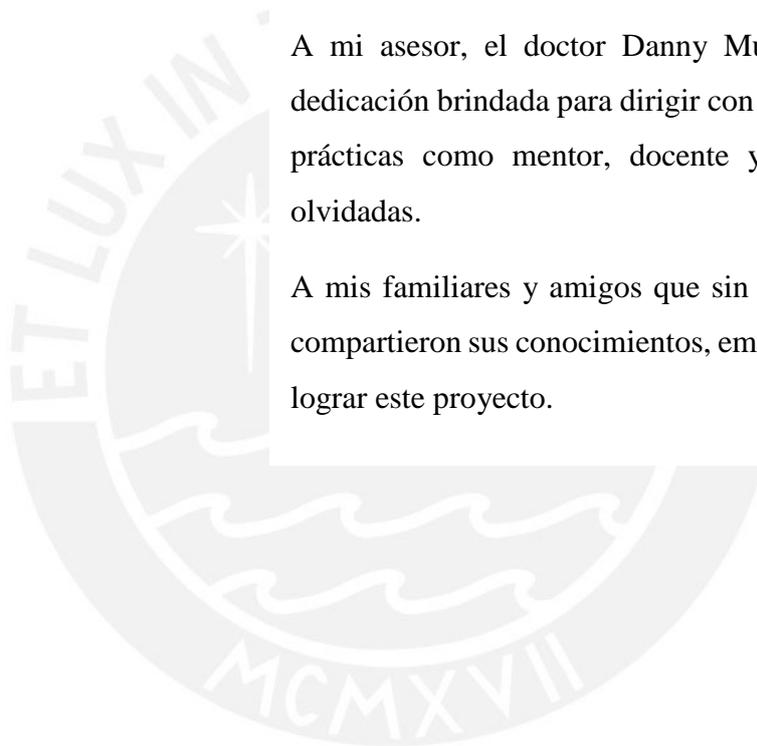
Finalmente, se contribuye al mejor entendimiento de este tema para promover la adopción de innovaciones tecnológicas en la industria de la construcción. Los resultados pueden ser usados por profesionales de construcción o el sector público que deseen promover el uso de prefabricados para las edificaciones e infraestructura crítica para el país.

## Agradecimientos

A mi madre Judith Alejos por transmitirme su espíritu emprendedor e inquebrantable, a mi hermana Claudia Sierra por su ejemplo de disciplina y organización para crecer día a día.

A mi asesor, el doctor Danny Murguía por la confianza y dedicación brindada para dirigir con éxito esta tesis. Sus buenas prácticas como mentor, docente y profesional nunca serán olvidadas.

A mis familiares y amigos que sin esperar nada a cambio me compartieron sus conocimientos, emociones y experiencias para lograr este proyecto.



## Índice

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO 1: GENERALIDADES .....   | 1  |
| 1.1. Planteamiento de la problemática.....  | 1  |
| 1.2. Justificación.....   | 1  |
| 1.3. Hipótesis.....   | 2  |
| 1.4. Objetivos de la investigación.....   | 3  |
| 1.5. Método de Investigación .....  | 3  |
| 1.6. Estructura de la tesis .....   | 4  |
| CAPÍTULO 2: Revisión de Literatura .....  | 7  |
| 2.1. Panorama del sector de la construcción.....  | 7  |
| 2.2. Un impulso hacia construcción industrializada: un motor llamado Prefabricación ..  | 8  |
| 2.2.1. Principales potenciales a explotar en la prefabricación.....   | 9  |
| 2.2.1.1. Oportunidades para la sostenibilidad ambiental: En la disminución desperdicios<br>y en la contaminación del aire. .... | 9  |
| 2.2.1.2. Oportunidades para el ahorro en costos y tiempo .....  | 10 |
| 2.2.1.3. Oportunidades para la mejora de la seguridad y salud en el ambiente de trabajo<br>.....                                | 12 |
| 2.3. Sinergia entre la producción de prefabricados y las metodologías de gestión .....  | 13 |
| 2.3.1. Metodología BIM y los elementos prefabricados.....   | 13 |
| 2.3.2. Metodología de Gestión Just-In-Time y los elementos prefabricados .....  | 16 |
| 2.4. Teorías usadas para entender la adopción de TI en compañías .....  | 18 |
| 2.4.4 Teoría de la Difusión de Innovación (DOI).....  | 18 |
| 2.4.5. Marco de Tecnología, Organización y Medio ambiente (TOE).....  | 20 |
| 2.5. Comparación TOE y DOI frente a las teorías de adopción de TI.....  | 24 |
| 2.6 Estudio casos teóricos y/o prácticos orientados hacia TOE y DOI.....  | 25 |
| 2.6.1 Determinantes para la adopción de <i>Cloud Computing</i> .....  | 26 |
| 2.6.2 Determinantes para la adopción de robótica en compañías de elementos<br>prefabricados en Hong Kong, China .....           | 27 |

|  |    |
|--|----|
| 2.6.3 Determinantes que influyen en la adopción del BIM en mercados emergentes: caso de la India .....       | 28 |
| 2.7. Fusión de las teorías TOE y DOI para entender la aceptación elementos estructurales prefabricados ..... | 30 |
| 2.7.1. Contexto tecnológico .....  | 31 |
| 2.7.2. Contexto organizacional .....   | 32 |
| 2.7.3. Contexto ambiental.....   | 32 |
| CAPÍTULO 3. Modelo de Aceptación de Elementos Estructurales Prefabricados .....                              | 33 |
| 3.1. Estructura del Modelo de Aceptación de Elementos Estructurales Prefabricados ..                         | 33 |
| 3.2. Análisis Estadístico para los estudios de investigación.....  | 35 |
| 3.2.1. Estadística Descriptiva .....   | 35 |
| 3.2.2. Estadística Inferencial.....  | 38 |
| 3.2.1.1. Coeficiente de Confiabilidad: alfa Cronbach .....   | 39 |
| 3.2.1.2. Coeficiente de Correlación .....  | 40 |
| CAPÍTULO 4. DISEÑO MUESTRAL .....  | 43 |
| 4.1. Características intrínsecas del diseño muestral .....   | 43 |
| 4.1.1 Plan de muestreo.....  | 43 |
| 4.1.2 Unidad de Análisis .....   | 43 |
| 4.1.3. Tamaño de la muestra.....   | 44 |
| 4.2. Características intrínsecas de los encuestados.....   | 44 |
| 4.2.1 Tipo de encuestado .....   | 44 |
| 4.2.2. Años de experiencia.....  | 45 |
| 4.2.3. Años de experiencia con el uso de elementos estructurales prefabricados .....                         | 45 |
| 4.2.4. Tipo de empresa.....  | 45 |
| 4.2.5. Tamaño de empresa .....   | 46 |
| 4.2.6. Tipo de proyectos .....   | 47 |
| 4.2.7. Tipo de elementos estructurales prefabricados.....  | 48 |
| CAPÍTULO 5. DISEÑO DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN .....   | 50 |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.1 Método para el diseño del cuestionario .....  | 50        |
| 5.1.1. Diseño del formulario.....   | 51        |
| 5.2. Estructura del cuestionario .....  | 52        |
| 5.2.1 Información del entrevistado .....  | 52        |
| 5.2.2. Diseño de enunciados para la encuesta de aceptación de elementos estructurales prefabricados ..... | 52        |
| 5.3 Recopilación de información.....  | 56        |
| 5.4. Procesamiento de la información .....  | 57        |
| <b>CAPÍTULO 6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>   | <b>58</b> |
| 6.1. Análisis de la muestra.....  | 58        |
| 6.1.1. Profesionales.....   | 58        |
| 6.1.2. Experiencia en el sector de la construcción.....   | 59        |
| 6.1.3. Tipo de organización .....   | 61        |
| 6.1.4. Tamaño de la organización.....   | 61        |
| 6.1.5. Tipos de prefabricados.....  | 62        |
| 6.1.6. Tipo de proyectos .....  | 63        |
| 6.2. Análisis estadístico correlacional .....   | 64        |
| 6.2.1. Análisis de confiabilidad .....  | 64        |
| 6.2.2. Correlación bilateral por Rho de Spearman .....  | 65        |
| 6.3. Análisis estadístico descriptivo .....   | 68        |
| 6.3.1. Ventaja Relativa (VR) .....  | 68        |
| 6.3.2. Compatibilidad (CP).....   | 70        |
| 6.3.3. Complejidad (CJ).....  | 72        |
| 6.3.4. Competencia Organizacional (CO) .....  | 73        |
| 6.3.5. Entrenamiento y educación (EE).....  | 75        |
| 6.3.6. Soporte de la Alta gerencia (AG) .....   | 77        |
| 6.3.7. Soporte de Socios Comerciales (SSC).....   | 79        |

|   |            |
|---|------------|
| 6.3.8. Presión Competitiva (PCom).....  | 81         |
| 6.3.9. Presión del Cliente (PCli).....  | 83         |
| 6.3.10. Entorno Regulatorio (ER).....   | 85         |
| 6.3.11. COVID - 19 (COVID).....   | 87         |
| 6.3.12. Intención de Uso (IU).....  | 89         |
| 6.3.13. Adopción (Adop).....  | 91         |
| <b>CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....                              | <b>94</b>  |
| 7.1.1. Modelo de Aceptación de los Elementos Estructurales Prefabricados..... | 94         |
| 7.1.2. Correlaciones significativas.....                                      | 96         |
| 7.1.2.1. Ventaja Relativa (VR).....   | 96         |
| 7.1.2.2. Compatibilidad (CP).....   | 97         |
| 7.1.2.3. Competencia Organizacional (CO).....                                 | 99         |
| 7.1.2.4. Entrenamiento y Educación (EE).....                                  | 100        |
| 7.1.2.5. Soporte de la Alta Gerencia.....                                     | 101        |
| 7.1.2.6. Soporte de Socios Comerciales (SSC).....                             | 102        |
| 7.1.2.7. Presión Competitiva.....   | 103        |
| 7.1.2.8. Presión Cliente (PCli).....  | 104        |
| 7.1.2.9. Entorno regulatorio (ER).....  | 105        |
| 7.1.2.10. COVID-19 (COVID).....   | 106        |
| 7.1.3. Correlaciones no significativas.....                                   | 107        |
| 7.1.3.1. Complejidad (CJ).....  | 107        |
| <b>CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....                       | <b>109</b> |
| 8.1. Conclusiones.....  | 109        |
| 8.2. Recomendaciones.....   | 110        |
| <b>CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFIA</b> .....   | <b>112</b> |
| <b>CAPÍTULO 10. ANEXOS</b> .....  | <b>116</b> |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1</b> Estructura de los Capítulos en el Estudio .....  | 6  |
| <b>Tabla 2</b> Comparación entre las Características de la Producción Industrial y los<br>Requisitos de la Construcción Industrializada ..... | 8  |
| <b>Tabla 3</b> Porcentaje de Ahorro en Comparación a la Construcción Convencional .....   | 11 |
| <b>Tabla 4</b> Clasificación de los Coeficientes de Correlación de Spearman .....   | 41 |
| <b>Tabla 5</b> Lista de Enunciados de Acuerdo a los Factores Tecnológicos.....  | 53 |
| <b>Tabla 6</b> Lista de Enunciados de Acuerdo a los Factores Organizacionales .....   | 54 |
| <b>Tabla 7</b> Listas de Enunciados de Acuerdo a los Factores Ambientales .....   | 55 |
| <b>Tabla 8</b> Análisis de Confiabilidad de los Factores del Cuestionario .....   | 65 |
| <b>Tabla 9</b> Análisis Correlacional de Spearman .....   | 67 |
| <b>Tabla 10</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Ventaja Relativa .....  | 69 |
| <b>Tabla 11</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Compatibilidad .....  | 71 |
| <b>Tabla 12</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Complejidad .....   | 72 |
| <b>Tabla 13</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Competencia Organizacional.....   | 74 |
| <b>Tabla 14</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Entrenamiento y Educación.....  | 75 |
| <b>Tabla 15</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Alta Gerencia.....  | 78 |
| <b>Tabla 16</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Socios Comerciales .....  | 80 |
| <b>Tabla 17</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Presión Competitiva .....   | 82 |
| <b>Tabla 18</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Presión del Cliente.....  | 84 |
| <b>Tabla 19</b> Estadística Descriptiva para los Ítems del Entorno Regulatorio .....  | 86 |
| <b>Tabla 20</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de COVID-19 .....  | 88 |
| <b>Tabla 21</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Intención de Uso .....  | 90 |
| <b>Tabla 22</b> Estadística Descriptiva para los Ítems de Adopción .....  | 92 |
| <b>Tabla 23</b> Evaluación de Hipótesis .....   | 95 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> Relación entre la Metodología y los Capítulos del Estudio .....  | 4  |
| <b>Figura 2</b> Flujo de Información de un Fabricante de Elementos Prefabricados .....   | 14 |
| <b>Figura 3</b> Organigrama Organizacional Típico.....   | 16 |
| <b>Figura 4</b> Principios de Just-in-time .....   | 17 |
| <b>Figura 5</b> Atributos que Influyen en la Adopción de Innovaciones.....   | 19 |
| <b>Figura 6</b> Variables Independientes Relacionadas a la Innovación Organizacional.....  | 20 |
| <b>Figura 7</b> Características del Contexto Tecnológico .....   | 21 |
| <b>Figura 8</b> Características de la Industria que Influyen en la Adopción de Innovaciones<br>.....   | 23 |
| <b>Figura 9</b> Variables Independientes Relacionadas a la Innovación Organizacional.....  | 24 |
| <b>Figura 10</b> Determinantes que Influyen en la Adopción de Computación en la Nube en<br>base al Modelo TOE-DOI.....                               | 26 |
| <b>Figura 11</b> Determinantes que Influyen en la Adopción de la Robótica en Compañías de<br>Elementos Prefabricados en Base al Modelo TOE-DOI ..... | 28 |
| <b>Figura 12</b> Determinantes que Influyen en la Adopción de BIM en la India en base al<br>Modelo TOE.....  | 29 |
| <b>Figura 13</b> Estudios que Influyen en la Creación del Modelo de Aceptación de los<br>Elementos Estructurales Prefabricados. ....                 | 31 |
| <b>Figura 14</b> Modelo de Factores Clave que Influyen en la Aceptación de Elementos<br>Estructurales Prefabricados .....                            | 34 |
| <b>Figura 15</b> Profesionales de la Industria de la Construcción .....  | 45 |
| <b>Figura 16</b> Tipos en las Empresas en la Industria de la Construcción .....  | 46 |
| <b>Figura 17</b> Clasificación de Empresas Según su Tamaño .....   | 47 |
| <b>Figura 18</b> Tipos de Proyectos en la Industria de la Construcción .....   | 48 |
| <b>Figura 19</b> Tipos de Elementos Estructurales Prefabricados .....  | 49 |
| <b>Figura 20</b> Diseño Dirigido al Público Objetivo del Estudio.....  | 57 |
| <b>Figura 21</b> Gráfico Circular de los Profesionales Encuestados .....   | 59 |
| <b>Figura 22</b> Diagrama de Barras Sobre los Años de Experiencia de los Profesionales en<br>la Construcción.....                                    | 60 |
| <b>Figura 23</b> Diagrama de Barras acerca de los Años de Experiencia en el Uso de<br>Elementos Estructurales Prefabricados en la Construcción ..... | 60 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 24</b> Gráfico Circular de Acuerdo al Tipo de Empresa al que Pertenecen los Encuestados .....           | 61 |
| <b>Figura 25</b> Gráfico Circular de Acuerdo al Tamaño de la Organización al que Pertenecen los Encuestados ..... | 62 |
| <b>Figura 26</b> Diagrama de Barras sobre el Uso de Prefabricados en la Industria de la Construcción.....         | 63 |
| <b>Figura 27</b> Diagrama de Barras sobre el Uso de Prefabricados de Acuerdo al Tipo de Proyecto.....             | 64 |
| <b>Figura 28</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Ventaja Relativa.....                                  | 70 |
| <b>Figura 29</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Compatibilidad.....                                    | 71 |
| <b>Figura 30</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Complejidad.....                                       | 73 |
| <b>Figura 31</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Competencia Organizacional ....                        | 75 |
| <b>Figura 32</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Entrenamiento y Educación .....                        | 77 |
| <b>Figura 33</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Alta Gerencia .....                                    | 78 |
| <b>Figura 34</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Socios Comerciales .....                               | 81 |
| <b>Figura 35</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Presión Competitiva.....                               | 83 |
| <b>Figura 36</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Presión del Cliente .....                              | 85 |
| <b>Figura 37</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Entorno Regulatorio.....                               | 87 |
| <b>Figura 38</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de COVID-19.....  | 89 |
| <b>Figura 39</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Intención de Uso .....                                 | 91 |
| <b>Figura 40</b> Gráfica de Distribución para los Ítems de Adopción.....  | 93 |
| <b>Figura 41</b> Modelo de Aceptación de los Elementos Estructurales Prefabricados .....                          | 94 |

# **CAPÍTULO 1: GENERALIDADES**

## **1.1. Planteamiento de la problemática**

La adopción de innovaciones de productos y servicios en la industria de la construcción es prioritaria para aumentar la eficiencia y eficacia del sector. Para cerrar las brechas en viviendas e infraestructura se deben implementar innovaciones para aumentar la productividad, calidad, el impacto ambiental y la satisfacción de los usuarios finales y la sociedad.

Con el fin de mejorar el potencial productivo en la construcción surgen los elementos estructurales prefabricados que consisten en componentes (e.g. columna, viga, o losa) contruidos fuera de obra, en ambientes controlados. Luego, estos son trasladados al sitio de construcción, donde son ensamblados en un proceso más seguro, con menos desperdicio, y potencialmente más productivo.

Estos elementos fueron adoptados en varias regiones del mundo; sin embargo, su uso en el mercado peruano es aún incipiente. Por tanto, es importante comprender los que factores que motivan a las organizaciones para adoptar soluciones con elementos estructurales prefabricados en los proyectos de construcción.

En ese sentido, este proyecto busca determinar los factores clave que influyen en la aceptación de elementos estructurales prefabricados por parte de los profesionales de la construcción y aportar nuevo conocimiento aplicable a la industria peruana de la construcción.

## **1.2. Justificación**

Algunos estudios sostienen que las barreras que existen para aumentar la productividad son conocidas, pero a pesar de ello la industria ha avanzado lento. Según Barbosa et al. (2017), algunas empresas innovadoras sugieren que enfocarse en siete áreas de manera simultáneamente podría aumentar la productividad en un 60%. De estas siete, las más importantes para esta investigación son: mejorar la gestión de las adquisiciones y la cadena de suministro; mejorar la ejecución en el sitio; infundir tecnología digital, nuevos materiales y automatización avanzada; y volver a capacitar a la fuerza laboral. Además,

partes de la industria podrían avanzar hacia un sistema de producción en masa basada en la fabricación que aumentaría la productividad hasta diez veces.

La construcción peruana constantemente se enfrenta a la tarea de integrar la cadena de suministros con las áreas de una organización para reducir los plazos y controlar la calidad en los proyectos. En base a esta necesidad se proponen herramientas innovadoras que sean capaces de evolucionar con el tiempo y lograr objetivos organizacionales cada vez más complejos, que aporten a la idea de lograr un producto único que satisfaga los requerimientos del cliente.

En este estudio identificamos los principales atributos que captan la atención de los encargados de tomar decisiones para adoptar una innovación tecnológica, en este caso los elementos estructurales prefabricados cuyo entendimiento y análisis sobre los factores que influyen en la adopción aún no están muy investigados en el Perú. En base a ello, tomamos como punto de partida la perspectiva de las organizaciones dedicadas a la construcción hacia los elementos estructurales prefabricados.

### **1.3. Hipótesis**

Existen diferentes tipos de factores que influyen en la intención y adopción de innovaciones tecnológicas. Dentro lo que respecta a los elementos estructurales prefabricados, los más resaltantes son los factores tecnológicos, organizacionales y ambientales. Estos están alineados con el marco de tecnología, organización, medio ambiente (TOE) y a la difusión de innovaciones (DOI). De estas dos teorías, se considera que los factores que destacan dentro de los factores tecnológicos son: *Ventaja relativa (VR)*, *Compatibilidad (CP)* y *Complejidad (CJ)*; mientras que dentro de los factores organizacionales los más influyentes son: *Compatibilidad (CO)*, *Educación y Entrenamiento (EE)*, *Alta gerencia (AG)*.

En cuanto a los factores ambientes los que resaltan son: *Soporte de socios comerciales (SSC)*, *Presión competitiva (PCom)*, *Presión del Cliente (Pcli)*, *Entorno regulatorio (ER)*, *COVID-19 (COVID)*.

## 1.4. Objetivos de la investigación

### Objetivos principales

- Desarrollar un modelo que identifique los factores que influyen en la aceptación de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción

### Objetivos secundarios

- Representar un modelo de aceptación alineado al marco de tecnología, organización y medio ambiente (TOE) y a la difusión de innovaciones (DOI) para la adopción de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción.
- Identificar los principales factores clave para la adopción de los elementos prefabricados por parte de tomadores de decisiones.
- Presentar una lista de conclusiones y recomendaciones que sugieran futuras líneas de estudio.

## 1.5. Método de Investigación

La investigación está conformada por cuatro etapas, las cuales se explican a continuación:

- I. Revisión de la literatura:** Se revisa y analiza los informes, libros y revistas académicas relevantes que traten y se relacionen con la adopción de elementos estructurales prefabricados. Finalmente se propone el modelo de aceptación.
- II. Diseño de instrumento de investigación:** Se expone las fases que fueron necesarias para elaborar el cuestionario y define las variables a evaluar entre los profesionales de construcción
- III. Recolección de datos y Análisis de resultados:** Se recolecta datos cuantitativos y se presentan los resultados obtenidos y sus posibles causas en base a la comparación con estudios anteriores con relación al tema presentado.

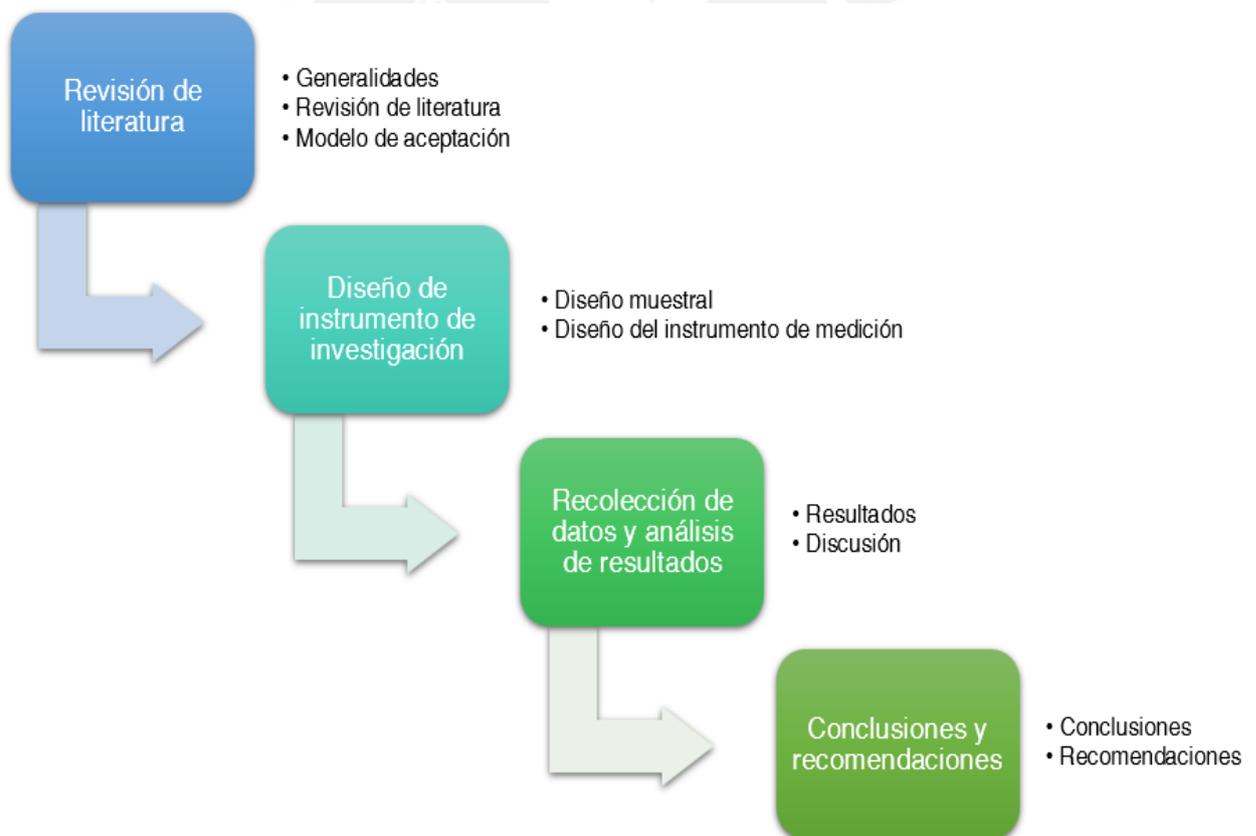
**IV. Conclusiones y recomendaciones:** Se expone las interpretaciones más resaltantes del estudio y se brinda recomendaciones para futuras líneas de investigación.

### 1.6. Estructura de la tesis

Este trabajo se realizó en el año 2021 durante la pandemia por la COVID-19. Consta de 8 capítulos. Estos se presentan de acuerdo a la metodología planteada anteriormente. La relación existente entre la metodología y los capítulos del estudio se representa de manera gráfica en la siguiente figura 1.

**Figura 1**

*Relación entre la Metodología y los Capítulos del Estudio*



El primer capítulo expone lo relacionado a la problemática que engloba el tema de los elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción y se establecen los objetivos e hipótesis del estudio.

El segundo capítulo, expone la información que abunda alrededor de este tipo prefabricados enfatizando en las ventajas que ha tenido su uso en otros países y en los métodos de gestión que son compatibles para optimizar su uso. Se presentan los modelos teóricos existentes que aportan al comportamiento de los usuarios y organizaciones hacia la aceptación de innovaciones tecnológicas para sustentar el modelo de aceptación de los elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción.

En el tercer capítulo, se presenta el modelo de aceptación propuesto junto a las hipótesis para establecer un análisis correlacional. Asimismo, se establece los fundamentos estadísticos para realizar los cálculos necesarios para identificar los factores que influyen en la adopción de los elementos estructurales prefabricados.

En el cuarto y quinto capítulo, expone el tipo de investigación que se lleva a cabo para poder cumplir con los objetivos del estudio. Se describe detalladamente el diseño y desarrollo de la encuesta.

En el sexto y séptimo capítulo, presenta los resultados descriptivos y los cálculos correlacionales obtenidos del Excel y SPSS. Se realiza un contraste de los resultados obtenidos con estudios pasados.

Finalmente, en el octavo capítulo aborda el último objetivo planteado para este estudio, el cual consiste en presentar las conclusiones más relevantes y dar sugerencias para la elaboración de estudios posteriores. La tabla 1 presenta una guía simplificada de los capítulos que abarca este estudio.

**Tabla 1**

*Estructura de los Capítulos en el Estudio*

|   |  |
|---|--|
| <b>Generalidades</b>                      | Brinda información acerca del escenario actual de la construcción. Se exponen los argumentos fundamentales para la elaboración de este estudio.  |
| <b>Revisión de literatura</b>             | Se exponen las bases teóricas en las que se sustentan este trabajo de investigación.   |
| <b>Modelo de aceptación</b>               | Establece el modelo que orienta la aceptación de los elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción. Establece los métodos estadísticos para interpretar los resultados. |
| <b>Diseño muestral</b>                    | Presenta el tipo de investigación científica y el plan de muestreo que se usará para cumplir con los objetivos del estudio. Detalla el perfil requerido en el encuestado y en la organización      |
| <b>Diseño del instrumento de medición</b> | Presenta la lista de enunciados correspondiente a cada factor del modelo de aceptación.  |
| <b>Resultados</b>                         | Expone los resultados descriptivos y los cálculos correlacionales obtenidos del Excel y SPSS mediante tablas y gráficos.   |
| <b>Discusión</b>                          | Se interpreta los resultados y se comparan con lo encontrado en estudios similares para llegar a conclusiones relevantes.  |
| <b>Conclusión y recomendación</b>         | Presenta las conclusiones más relevantes del estudio. Asimismo, se da algunas sugerencias y recomendaciones para futuras líneas de estudio.  |



## **CAPÍTULO 2: Revisión de Literatura**

En el Perú existe poca literatura referida a los elementos estructurales prefabricados, por ello, en este trabajo recurrimos a la bibliografía que tocan el mismo tema y a investigaciones de otros países como Estados Unidos, China, Singapur, y parte de Europa.

La información encontrada en libros, revistas de investigación, videos conferencias, etc., se ha ordenado de manera que el lector pueda entender cómo los estudios previos aportan al objetivo principal del estudio.

### **2.1. Panorama del sector de la construcción**

Como lo describe Eastman et al. (2011) en su libro *BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, la industria de la construcción se encuentra fragmentada a nivel de procesos de documentación y de interacciones entre las partes involucradas. En muchas ocasiones genera errores durante el control documentario que terminan por perjudicar al proyecto con sobrecostos, trabajos rehechos y demandas entre las distintas partes.

El modelo de negocio tradicional y difundido para la entrega de proyectos en la construcción es el DDB (por sus siglas en inglés Design-Bid-Build). Este modelo de negocio se basa en asignar al contratista como gerente del proyecto luego de pasar por una licitación. En este tipo de proyectos, el contratista general suele delegar tareas a subcontratistas y garantizar el cumplimiento del diseño. Durante el proceso de construcción suelen haber varios riesgos asociados a la programación del avance de obra, tales como la falta de compromiso hacia la ejecución por parte de la mano de obra y la falta de la calidad y limpieza en el ambiente de trabajo. Además, considerando que la crisis sanitaria producida por el COVID - 19 y sus variantes intensifican los riesgos que existen y agrega algunos nuevos. En ese sentido, las constructoras se ven en la necesidad de encontrar tecnologías innovadoras y metodologías que ayuden a solucionar tal problemática.

## 2.2. Un impulso hacia construcción industrializada: un motor llamado Prefabricación

La industrialización en la construcción hace referencia a la distribución de maquinarias y programas de computación que controlen la ejecución de la obra de una manera automatizada. Actualmente esto no ocurre ya que gran parte de esta industrialización se encuentra en la fabricación de componentes estructurales, mientras que en obra aún se mantienen a la ejecución de procesos de manera manual (Girmscheid, 2005).

Sin embargo, existe una similitud entre la producción industrial y la construcción industrial, la cual es descrita en el estudio realizado por Girmscheid (2005) en la tabla 2. Esta plantea algunos requisitos que la construcción debería alcanzar para industrializarse.

**Tabla 2**

*Comparación entre las Características de la Producción Industrial y los Requisitos de la Construcción Industrializada*

| <b>Características de la producción industrial</b>                          | <b>Requisitos de la construcción industrializada</b>  |
|---|---|
| Producción centralizada   | Prefabricación de componentes en fábrica  |
| Producción en masa/Producción cada vez más variable                         | Desarrollo de tipos básicos y variables   |
| Producción basada en soluciones estandarizadas y fabricación de variaciones | Estandarización de componentes, pero manteniendo la flexibilidad de diseño                              |
| Especialización   | Centrarse en segmentos de mercados específicos  |
| Integración de planificación, producción y marketing                        | Interacción del diseño de edificios, planificación de la producción, producción/construcción            |
| Procesos y organización optimizados   | Optimización de los procesos de planificación y producción en términos de automatización y mecanización |

Nota. Adaptada de Girmscheid (2005)

La contribución que hace dicho estudio es importante, pues establece una comparación visible, lo que puede permitir realizar un análisis profundo de la realidad actual. La revisión de literatura realizada por Wang et al. (2019) en el artículo *Precast supply chain management in off-site construction: A critical literature review* coincide en que la producción industrial y la construcción son diferentes porque la cadena de suministro de

prefabricados es diferente de la cadena de suministro tradicional. Al respecto Wang et al. (2019) afirma lo siguiente:

En primer lugar, las actividades de empuje (planificación de producción repetitiva) y de tracción (proyecto de construcción justo a tiempo) que existen en la cadena de suministro de elementos prefabricados. Estas características hacen que una cadena de suministro de elementos prefabricados sea particularmente vulnerable y más complicada que la tradicional. En segundo lugar, la producción de elementos prefabricados juega un papel clave en la cadena de suministro de elementos prefabricados debido a la importancia de la programación de la producción y la baja estandarización. En tercer lugar, la coordinación entre los participantes es mucho más importante en la cadena de suministro de elementos prefabricados.

Estos estudios nos indican las similitudes que existen; sin embargo, ambos hacen énfasis en que la planificación exhaustiva y ajustada permiten el flujo de trabajo continuo e ininterrumpido.

Actualmente, en países como China han implementado los elementos estructurales prefabricados debido a su alta sostenibilidad ambiental en la reducción de emisión de gases de efecto invernadero y en los residuos de construcción (Wang et al., 2019). A continuación, se detalla sobre los principales puntos en los que beneficiaría el uso de elementos prefabricados.

## **2.2.1. Principales potenciales a explotar en la prefabricación**

### **2.2.1.1. Oportunidades para la sostenibilidad ambiental: En la disminución de desperdicios y en la contaminación del aire.**

Con el aumento progresivo del calentamiento global surge la preocupación por reducir la contaminación ambiental. Algunos estudios han llegado a evaluar a fondo la reducción de desperdicios, la contaminación del aire y ruido.

En esta línea, Jaillon & Poon (2008) encontró mediante un estudio de casos en Hong Kong que la construcción con elementos estructurales prefabricados redujeron sus desperdicios producidos durante la construcción. Se evidencio un menor uso de encontrados de madera en los proyectos del estudio. De igual forma, se encontró una disminución de la contaminación del aire, los participantes del estudio afirmaron que la reducción de polvo en la zona de construcción fue menor en comparación a una construcción convencional.

Los resultados de este estudio, reconocieron varios beneficios en comparación a la construcción convencional. Los que más resaltaron desde la perspectiva ambiental fue la reducción de desperdicios, la reducción de polvo en la construcción y la reducción de ruido.

Tam et al. (2007) encontró que el nivel de prefabricación reduce el nivel de desperdicios en la construcción, sin embargo, este puede variar entre diferentes tipos de proyectos. En su estudio, reconoce 3 tipos de proyectos, los de vivienda pública, las residenciales privadas y los de uso comercial. De este se destaca, que la mayoría de profesionales de la construcción prefieren trabajar con un método constructivo convencional en las diferentes construcciones de partidas (cimentaciones, elementos estructurales entre otros). Asimismo, se encontró que se usó en mayor proporción un sistema de semi-prefabricación para desarrollar proyectos comerciales y residenciales en comparación otros proyectos como los colegios, hoteles u oficinas.

Por otra parte, estudios de (Monahan & Powell, 2011) y Teng et al., (2018) reconocieron que existe una mejora en el ambiente al hacer uso de los elementos prefabricados en la construcción, pues esto disminuye las emisiones de carbono en las etapas operativas en contraste con la forma de construir tradicional.

Estos estudios, reconocen la importancia que tiene sostenibilidad ambiental en estos días y dan a conocer las formas de cómo se pueden reducir el impacto ambiental negativo que genera la construcción convencional. Asimismo, varios de estudios recomiendan presentar regulaciones ambientales más estrictas que impulsen el uso de la prefabricación para reducir los desperdicios a largo plazo.

#### **2.2.1.2. Oportunidades para el ahorro en costos y tiempo**

Mao et al. (2015) encontró las principales barreras en la adopción de elementos estructurales prefabricados y se determina que el costo adicional que se hallaría en las etapas de diseño y prefabricación. Esto se estima podría estar en 20 % por encima del costo de producir a través de métodos de construcción tradicionales. Una de las explicaciones es la falta de fabricantes especializados y el uso de moldes en la prefabricación.

Según el análisis de costo de Baldwin et al. (2009) basado en el informe de la autoridad de vivienda Hong Kong, los costos involucrados en las técnicas de prefabricación se

justifican en el material, curado, control de calidad, almacenamiento por terreno ocupado, inspección, pruebas en sitio y fuera sitio; por la protección y transporte. Todo ello genera un margen diferencial alrededor del 25 % entre el vaciado in situ y el prefabricado. (Baldwin et al., 2009). Asimismo, el estudio menciona una serie de posibles ahorros en el uso de elementos estructurales prefabricados en comparación a la construcción convencional.

**Tabla 3**

*Porcentaje de Ahorro en Comparación a la Construcción Convencional*

| Elementos estructurales prefabricados | Ahorro (%) |
|---------------------------------------|------------|
| Concreto                              | 28         |
| Acero de losa                         | 45         |
| Concreto de viga                      | 60         |
| Acero de viga                         | 65         |

Nota: Adaptada de Baldwin et al. (2009)

En base a estos porcentajes de ahorros, el estudio menciona que es posible ajustar la diferencia de costos a 3 o 5% por encima de la construcción tradicional en China.

Por otro lado, la relación que existe entre el costo y tiempo en el uso de elementos estructurales prefabricados suelen ser a menudo puntos de controversia. Según Diaz (2016), la relación que existen entre el uso de prefabricados y la reducción del tiempo en la construcción del proyecto es proporcional. Entre los factores más relevantes está el hecho de que estos componentes sean realizados en una planta industrial y no *in situ*, esto significa que mientras se van ejecutando las piezas, se van almacenando en los puntos de acopio de la fábrica hasta el momento que se requieran ser transportadas para ser montadas en el proyecto en ejecución, realizándose así todo tipo de trabajo previo a la instalación. Esto puede generar rendimientos en un 40% mayores en comparación a proyectos tradicionales.

Los costos que generan el uso de prefabricados se dividen en directos e indirectos. Los costos directos, como la capacitación de la mano de obra, el mantenimiento y

financiamiento, cubren una gran parte de la inversión en comparación a los métodos tradicionales. Sin embargo, no es el único factor a tomar en cuenta, pues la reducción en los costos indirectos (gestión de recursos y de tiempo) son considerables y están relacionados a entregar el proyecto con anterioridad (Díaz, 2016). Por otra parte, Tam et al. (2007) encontró de los costos iniciales producidos por la prefabricación suelen ser mayores a los de una construcción convencional, pero que estos pueden ir reducirse a largo plazo.

### **2.2.1.3. Oportunidades para la mejora de la seguridad y salud en el ambiente de trabajo**

Los inconvenientes relacionados a la seguridad y salud en obra suelen uno de los problemas graves que aqueja a la industria de la construcción (Buniya et al., 2021). La cantidad de accidentes que ocurren en la construcción la posicionan en el segundo lugar dentro de las industrias más peligrosas, las cuales a menudo generan sobrecostos y retrasos por los días de trabajos no ejecutados (Egan, 2003). El estudio realizado por Buniya et al. (2021) identificó algunas barreras que podría haber para implementar un programa de seguridad como las que se enumeran a continuación:

- Falta de estándares de seguridad
- Recursos insuficientes
- Programa de proyecto ajustado
- Compromiso inadecuado con la Seguridad y salud en el trabajo
- Dar poca prioridad a la seguridad
- Falta de formación con reglas y políticas de seguridad
- Asumir que la seguridad es responsabilidad de los ingenieros de seguridad y salud
- Falta de informes de inspección de seguridad
- La alta dirección desconoce las consideraciones de seguridad
- No hay personal de seguridad y salud
- Falta de trabajadores competentes en la industria de la construcción.

Por otro lado, en el estudio realizado por McKay (2010) se identificaron la ventajas y desventajas de la construcción fueran de sitio, en donde los principales beneficios fueron la eliminación del trabajo en altura, reducción del ruido, reducción del trabajo en espacios confinados, reducción del trabajo congestionado con superposición comercial y mayor control sobre el trabajo en la fábrica. Dentro de las desventajas que se encontraron estuvieron el transporte y entrega de unidades de grandes de dimensiones con riesgos asociados a las caídas de elementos por izaje, resbalones, tropiezos y caídas (McKay, 2010).

Dentro de este estudio, se puede apreciar que el uso de elementos prefabricados reduce los riesgos asociados a la seguridad y salud en obra, pero que de cierta forma se traslada estos riesgos a los trabajos manuales y similares que se trabajan dentro de la fábrica. Sin embargo, se concluye que la reducción de desperdicios es similar en ambos sitios y que es más fácil contratar y atraer personal calificado y consciente de cómo actuar precavidamente en una fábrica en comparación a una obra de construcción.

### **2.3. Sinergia entre la producción de prefabricados y las metodologías de gestión**

La sinergia entre las metodologías y el uso de los prefabricados pueden ayudar a mejorar la producción dentro del sitio de la construcción. En esta sección nos enfocamos en estudiar el soporte que brinda la metodología de gestión BIM (por sus siglas en inglés Building Information Modeling) y la metodología de gestión Just-in- Time (método de producción ajustada) para entender cómo se complementan y como su acción conjunta pueden contribuir para construir un entregable de calidad y un mayor ahorro en costos.

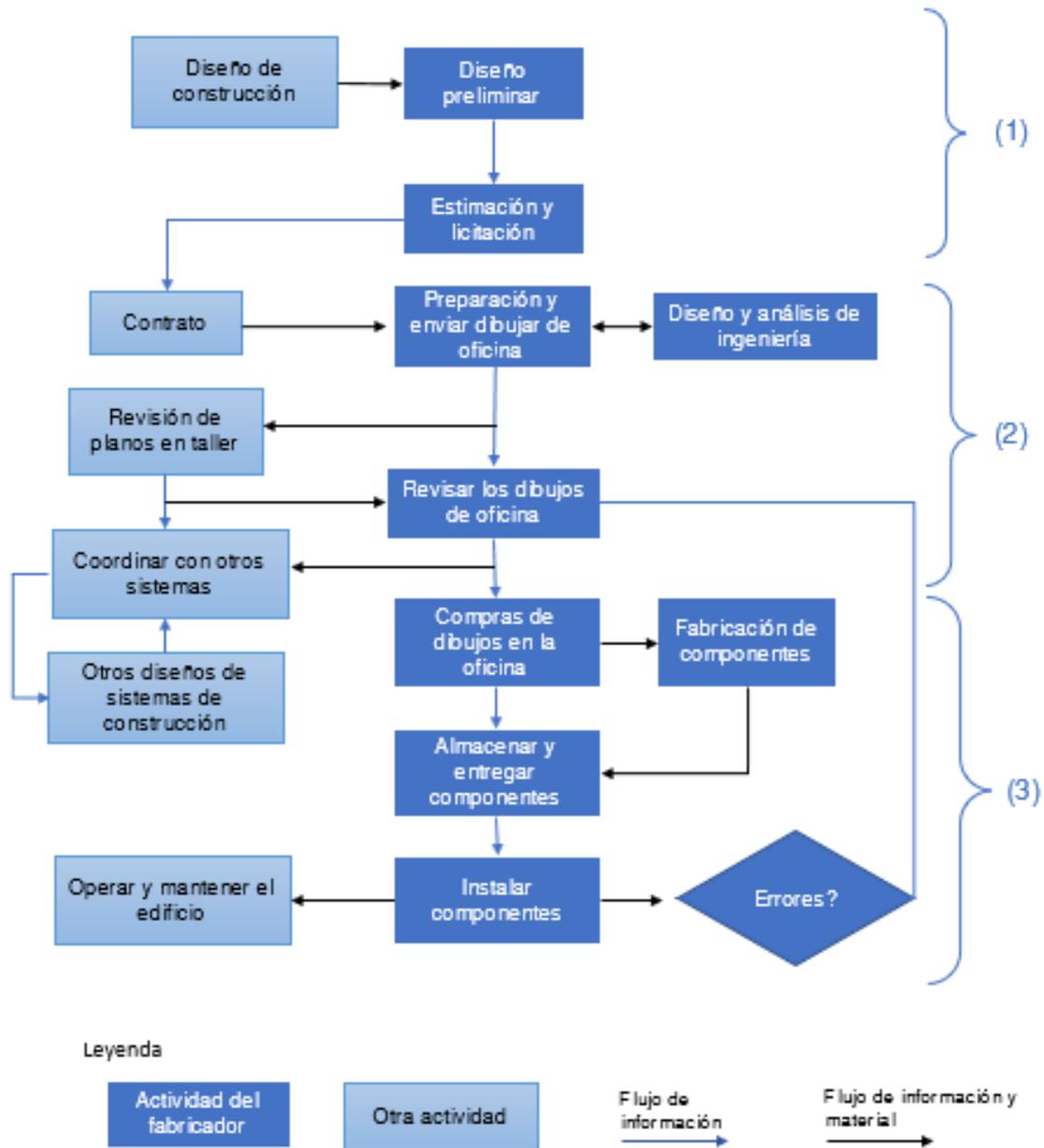
#### **2.3.1. Metodología BIM y los elementos prefabricados**

La coordinación de las actividades entre los involucrados genera un gran valor al proyecto. Los contratistas capaces de intercambiar información BIM precisa con los fabricantes pueden ahorrar tiempo y reducir los errores, y permitir que los fabricantes participen desde un inicio en el proceso de planificación previa y construcción (Eastman et al., 2011).

La interacción entre el contratista y el subcontratista o fabricante a lo largo del proyecto se ve expresada en el siguiente diagrama de flujo, presentado por Eastman et al. (2011).

**Figura 2**

*Flujo de Información de un Fabricante de Elementos Prefabricados*



Nota. El diagrama representa el flujo de información de un fabricante para el uso de elementos prefabricados en la construcción, en donde los números 1, 2 y 3 representan las fases de adquisición, diseño y fabricación respectivamente. Adaptada de Eastman et al. (2011).

### **BIM para subcontratista y/o fabricantes**

Según Eastman et al. (2011), las principales aplicaciones del BIM en el método de producción ajustada con BIM se presentan en las siguientes actividades:

### **Reducción en los ciclos de producción**

La reducción en los ciclos de producción se da debido a la facilidad para verificar y validar las correcciones en el diseño de los componentes estructurales de manera inmediata a través de la plataforma compartida de datos. Esto hubiese sido muy difícil con planos 2D debido principalmente al mecanismo manual y a la falta de tiempo para propagarse a los múltiples sistemas de construcción proporcionados por otros fabricantes o subcontratistas. Este beneficio se debe principalmente a la automatización y la facilidad para la coordinación entre los involucrados.

### **Reducción en los costos de ingeniería y detalle**

Las herramientas BIM permiten realizar análisis térmicos y dinámicos. La mayoría de plataformas BIM utilizadas para los sistemas estructurales permiten añadir casos de carga, condiciones de apoyo, propiedades del material y demás datos como el análisis de elementos finitos. De igual manera, la tendencia hacia aumentar la prefabricación está en crecimiento debido a la disminución del riesgo de que las piezas no encajen correctamente cuando se instalen (Eastman et al., 2011).

Según la evaluación de impacto económico del modelamiento 3D del concreto prefabricado, se observó que el costo de ingeniería se redujo entre el 35 a 51% con un impacto mayor en proyectos pequeños (Sacks, 2004).

### **Mayor uso de automatización en la fabricación**

Las plataformas BIM son capaces de modelar los componentes del edificio usando un sistema que permite actualizar las modificaciones en todas las piezas afectadas. Los principales beneficios son la facilidad para proporcionar información logística para administrar los procesos de fabricación, incluidos los programas de construcción, producción, seguimiento de los productos, etc. Según la evaluación de impacto económico del modelamiento 3D del concreto prefabricado, se observó que a medida que la productividad aumenta, la reducción de personal de trabajo también lo hace, lo cual incrementa de manera significativa el ahorro salarial en la compañía (Sacks, 2004).

### **Prefabricados hacia empresas constructoras con soporte BIM**

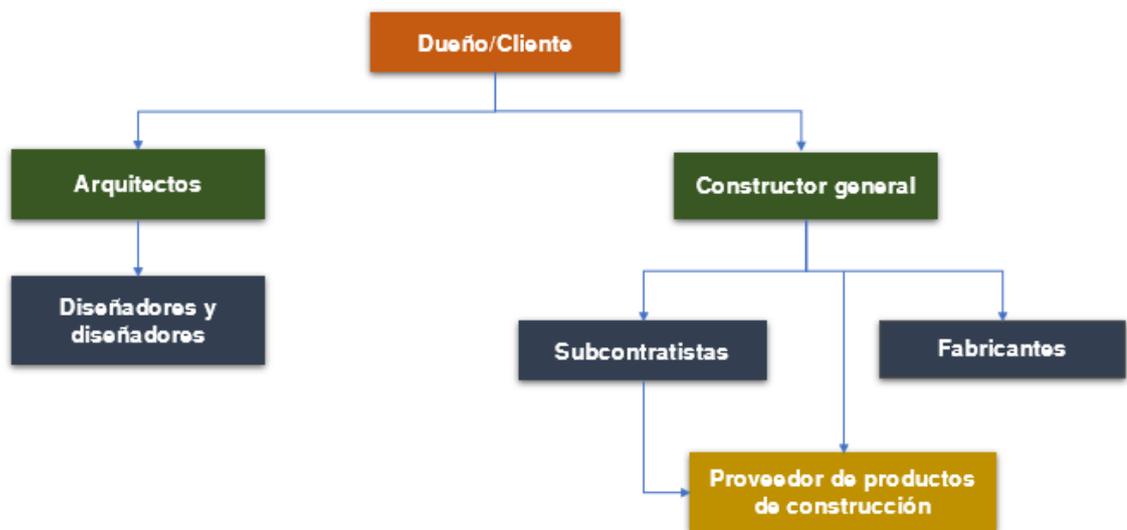
Según Eastman et al. (2011) uno de los principales beneficios deriva de la coordinación entre el contratista y los principales subcontratistas cuando estos cuentan con un modelo BIM para detallar las partes del trabajo. Esto permite la detectar y corregir los conflictos

antes de que ocurran en obra. De la misma manera, se promueve la prefabricación fuera de sitio, lo cual reduce el costo, tiempo y aumenta la precisión del diseño.

A continuación, se muestra un organigrama organizacional:

**Figura 3**

*Organigrama Organizacional Típico*



Nota. Adaptada Eastman et al. (2011)

### 2.3.2. Metodología de Gestión Just-In-Time y los elementos prefabricados

La metodología Just in time o producción ajustada tiene como finalidad aumentar la productividad a partir de una gestión logística rigurosa en donde las materias primas no se aglomeren en el sitio de trabajo sino más bien se entregan el material adecuado, de la calidad adecuada, justo en el momento para iniciar la producción. El estudio realizado por Low & Choong (2001) basado en la experiencia de los contratistas en la construcción, sostuvo que la metodología JIT puede ser un punto de apoyo para la adopción de elementos estructurales prefabricados, ya que esta tiene el potencial para generar un flujo de entrega más limpio desde el lugar de fabricación a lugar de ensamblaje en el sitio de construcción.

Los principios bajo los cuales se basa esta filosofía son los siguientes y fueron descritos en el artículo *Just-in-time management of precast concrete components*.

#### Figura 4

##### *Principios de Just-in-time*



Nota. Adaptada de Low & Choong (2001)

#### **Prefabricados hacia empresas constructoras con soporte Just-In-Time (JIT)**

Según los estudios de Low & Choong (2001), la metodología JIT puede ayudar en gran medida los inconvenientes que ocurren al momento de usar elementos de concreto prefabricado con lo son los transportes, gastos extras, malas coordinaciones, retrasos en obra y las acciones contra entregas tardías, por lo que el estudio recomienda acuerdos contractuales más específicos, que promuevan la confianza entre el contratista y el fabricante.

Los trabajos investigativos como los realizados en empresas constructoras en Singapur revelaron que en varias ocasiones las empresas constructoras no lograban obtener el

método JIT debido a las entregas tardías por parte de los fabricantes y modificaciones de último momento por parte de las empresas constructoras, por lo que las empresas preferían tener una zona de acopio de elementos prefabricados para no retrasar el proyecto ante posibles inconvenientes, el estudio también indico que la empresa constructoras podrían aplicar una metodología JIT modificada que tome en cuenta estos aspectos a favor de la calidad y de la producción.

#### **2.4. Teorías usadas para entender la adopción de TI en compañías**

La investigaciones exhaustivas por entender los factores causales que motivan a una organización o usuario a adquirir innovaciones tecnológicas da lugar a la idea de plantear diferentes teorías u enfoques que explican las causas principales que permiten aprobar o desaprobado las características de una innovación en una situación determinada, lo que a su vez permite organizar las distintas ideas existentes sobre un tema y confrontarlas con otros con ideas similares u distintas, de manera que mediante la evolución del conocimiento y del avance de futuras investigaciones se puedan mejorar y complementar estas teorías a fin de tener mejor entendimiento del fenómeno de la adopción.

A continuación, se describen los principales estudios teóricos para entender la aceptación de innovaciones tecnológicas en organizaciones.

##### **2.4.4 Teoría de la Difusión de Innovación (DOI)**

Según los estudios de Rogers (1983) la Difusión de la Innovación (DOI) es una teoría que a nivel empresarial se enfoca en las características internas y externas de la organización, y en la predisposición individual del líder hacia el cambio.

Los atributos relevantes que favorecen la adopción y sirven para medir la tasa de adopción futura se clasifican en cinco. Esta clasificación es representada en la figura 5.

## Figura 5

### *Atributos que Influyen en la Adopción de Innovaciones*



Nota. Adaptada de Rogers (1983)

Por otro lado, al referirnos a la innovación organizacional los atributos son clasificados de la siguiente manera:

#### **Características individuales**

Las características individuales hacen referencia al comportamiento que describe el usuario al adoptar una nueva tecnología.

#### **Características internas**

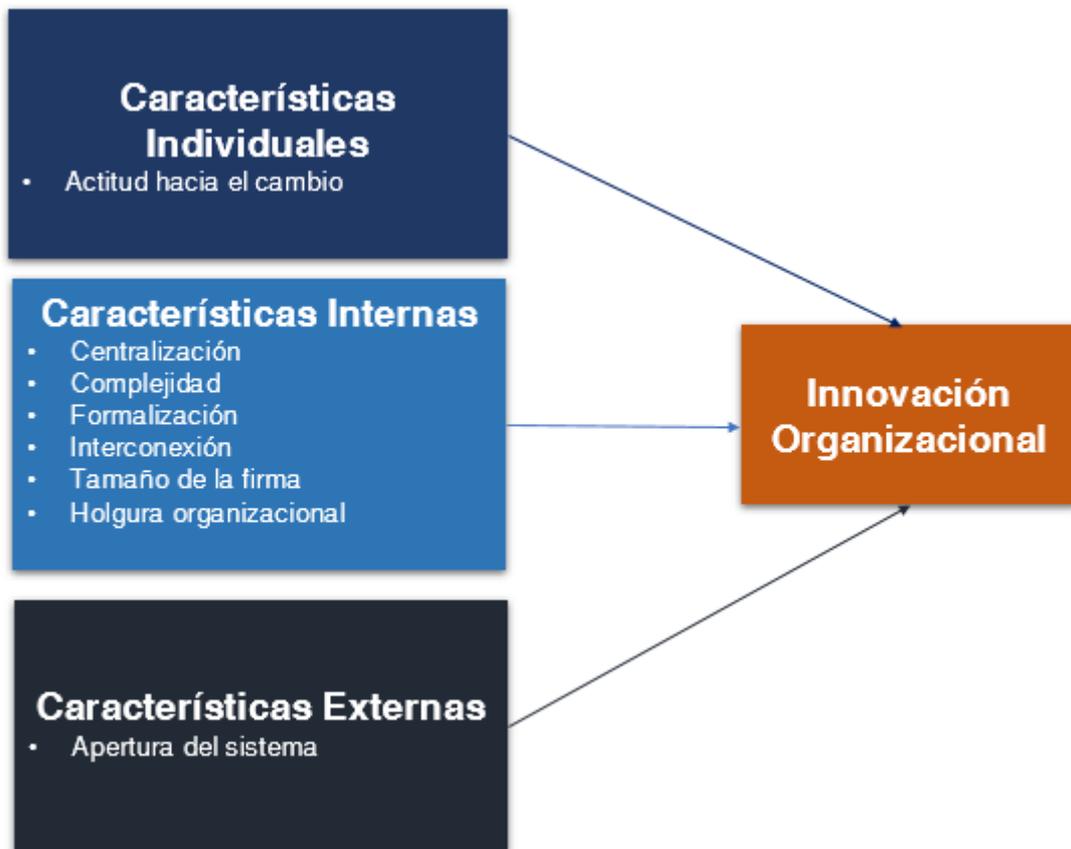
Las características internas hacen referencia al grado de centralización del poder y control de un sistema en grupo reducido de personas, que comprende el nivel de conocimientos y experiencia dentro de la organización. (Rogers, 1983).

#### **Características externas**

Las características externas pueden entenderse a la presión competitiva que existe en el mercado. A continuación, se realiza una adaptación del modelo presentado por Everett Rogers (1983):

**Figura 6**

*Variables Independientes Relacionadas a la Innovación Organizacional*



Nota. Adaptada de Rogers (1983)

#### **2.4.5. Marco de Tecnología, Organización y Medio ambiente (TOE)**

El marco de Tecnología, Organización y medio ambiente propone un modelo teórico sólido basado en la experiencia para reconocer las debilidades y fortalezas en la adopción y difusión de sistemas de información. En las siguientes líneas presentamos un cuadro resumen de los 3 contextos que influyen en la adopción de innovaciones tecnológicas, según Tornatzky et al. (1990)

##### **2.4.5.1. Contexto tecnológico**

Este contexto hace referencia a las tecnologías internas y externas aplicables a la empresa lo que describe las prácticas que se realizan actualmente y el conjunto de tecnología que puede ser adquirida por la empresa. Este contexto enfatiza en las mejoras que puede

brindar la adopción de una innovación tecnológica desde la perspectiva del usuario en la organización.

Según Tornatzky et al. (1990), el contexto tecnológico abarca una lista de factores los cuales son descritos en la figura 7.

**Figura 7**

*Características del Contexto Tecnológico*



Nota. Adaptada de Tornatzky et al. (1990)

#### **2.4.5.2. Contexto organizacional**

El contexto organizacional describe medidas intrínsecas de la organización como el tamaño de la organización, la centralización, la formalización y la complejidad de la estructura de gestión.

- **Estructura organizacional.**

Este se enfoca en la centralización, la cantidad de normas, el flujo de información y la coordinación entre las áreas suelen jugar un papel importante dentro del proceso de innovación

- **Proceso de comunicación**

Se divide en dos:

**A.** La comunicación informal, se refiere a los agentes de información con los que debe contar una empresa.

**B.** El comportamiento de la alta gerencia se encarga de dirigir el comportamiento de los empleados a través del desarrollo de políticas y normativas que apoyen a la innovación.

- **Holgura de Recursos Escasos**

Consiste en reorientar los recursos que sean útiles de acuerdo a necesidad que exija la nueva implementación,

- **Tamaño de la organización en la gestión interna**

El tamaño de la organización es útil para clasificar a las compañías, pues éstas las compañías pequeñas parecen tener una mayor dificultad para gestionar determinados temas.

### **2.4.5.3. Contexto ambiental**

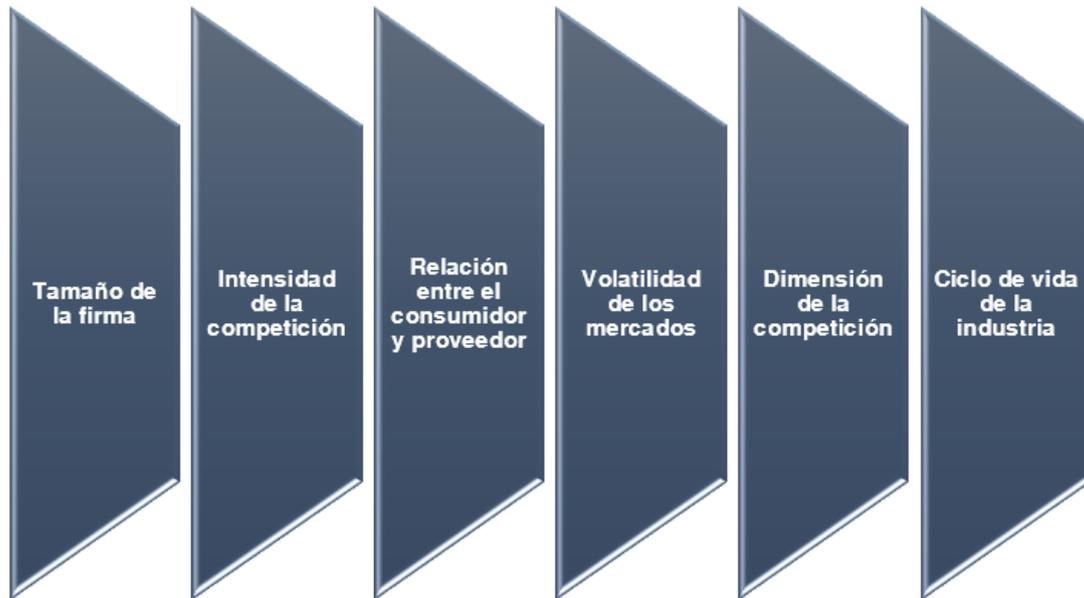
Comportamiento de la organización dentro de la industria frente a los competidores y al acceso suministrado por otros (Tornatzky et al.,1990)

#### **Características de la industria y estructura del mercado**

Las características de la industria pueden jugar un rol importante, pues la intensidad de la competencia puede promover a que una organización opte por una innovación tecnológica con la finalidad de cumplir con los requisitos que solicita el mercado. En ese sentido, las compañías dentro del mismo mercado suelen enfrentar los mismos problemas y oportunidades (Tornatzky et al.,1990). A continuación, se describe algunos que influyen en este marco.

## Figura 8

### *Características de la Industria que Influyen en la Adopción de Innovaciones*



Nota. Adaptada de Tornatzky et al. (1990)

### **Infraestructura del soporte tecnológico**

El soporte tecnológico hace referencia a la calidad y a la disponibilidad de recursos tecnológicos a los que la firma tiene acceso.

Según Tornatzky et al. (1990), los aspectos que influyen en el soporte tecnológico son los siguientes.

#### **1. Costo de producción**

recursos financieros que debe tener una organización para implementar una innovación

#### **2. Habilidades de fuerza laboral disponible**

la demanda de habilidades con las que deberá contar un empleado de la organización será cada vez mayor.

#### **3. Acceso a proveedores de servicios de tecnologías**

Asociarse o delegar a especialistas en el tema para planificar las estrategias u tomar las decisiones

### **Regulación gubernamental**

Estos mecanismos de regulación, sirven mejorar alguna actividad que ha estado causando algún tipo de problema, por lo que las innovaciones que presenten compatibilidad con estos mecanismos tendrán una mayor posibilidad de ser incluidos como solución.

### Figura 9

*Variables Independientes Relacionadas a la Innovación Organizacional*



Nota. Adaptada Tornatzky et al. (1990)

### 2.5. Comparación TOE y DOI frente a las teorías de adopción de TI.

Diferentes autores desarrollaron teorías capaces de explicar la adopción de innovaciones tecnológicas desde diferentes perspectivas. De estas destacan la teoría de difusión de innovaciones (DOI por sus siglas en inglés), el marco de tecnología, organización y medio ambiente (TOE por sus siglas en inglés); el modelo de aceptación de tecnología (TAM por sus siglas en inglés), la teoría del comportamiento planificado y uso de tecnología (UTAUT por sus siglas en inglés), la teoría institucional, entre otras; sin embargo, se

mencionan sus diferencias con la intención de dar a conocer el por qué las teorías TOE y DOI son las propicias para el desarrollo de este estudio.

Según el estudio de Oliveira & Martins (2011) acerca de los modelos de aceptación usados para entender el comportamiento de la difusión de las tecnologías de información, los modelos TOE y DOI están alineados con una perspectiva empresarial. Por otro lado, los modelos TAM y UTAUT abordan el tema de la adopción desde la perspectiva del usuario, para los cuales se tienen en cuenta factores condicionantes distintos a los que proponen los modelos TOE y DOI.

La teoría institucional que se enfoca en el nivel organizacional, pero se desmarca de las demás teorías al abordar los factores que influyen en la adopción de innovaciones tecnológicas bajo un sistema interorganizacional. En esta, principalmente existen presiones miméticas, las cuales influyen en las organizaciones para imitar a su competencia. También, existen presiones que tratan de asemejar a las organizaciones entre sí a las cuales conocemos como coercitivas; además, están las llamadas presiones normativas que regulan la validez de ciertas acciones (DiMaggio & Powell, 1983). Generalmente, este tipo de teoría suele usarse para organizaciones públicas que están expuestas a estar en conformidad con las normas y que están influenciadas por costumbres o aspectos sociales que hacen que las diferentes entidades públicas se homogenicen entre sí a lo largo del tiempo.

En consecuencia, la teoría de difusiones de Rogers en combinación con el marco de la tecnología organización y medio ambiente permite explicar desde un punto de vista más amplio el comportamiento de aceptación de los elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción.

## **2.6 Estudio casos teóricos y/o prácticos orientados hacia TOE y DOI**

La elección de estos modelos de adopción de tecnología de información (TI) se debe a que una gran parte de los estudios dedicados a explicar la adopción empresarial se han realizado basándose de los aportes de las teorías del marco TOE y DOI (Oliveira & Martins, 2011). Asimismo, la combinación de ambas teorías permite entender de forma más completa del fenómeno de la adopción.

### 2.6.1 Determinantes para la adopción de *Cloud Computing*

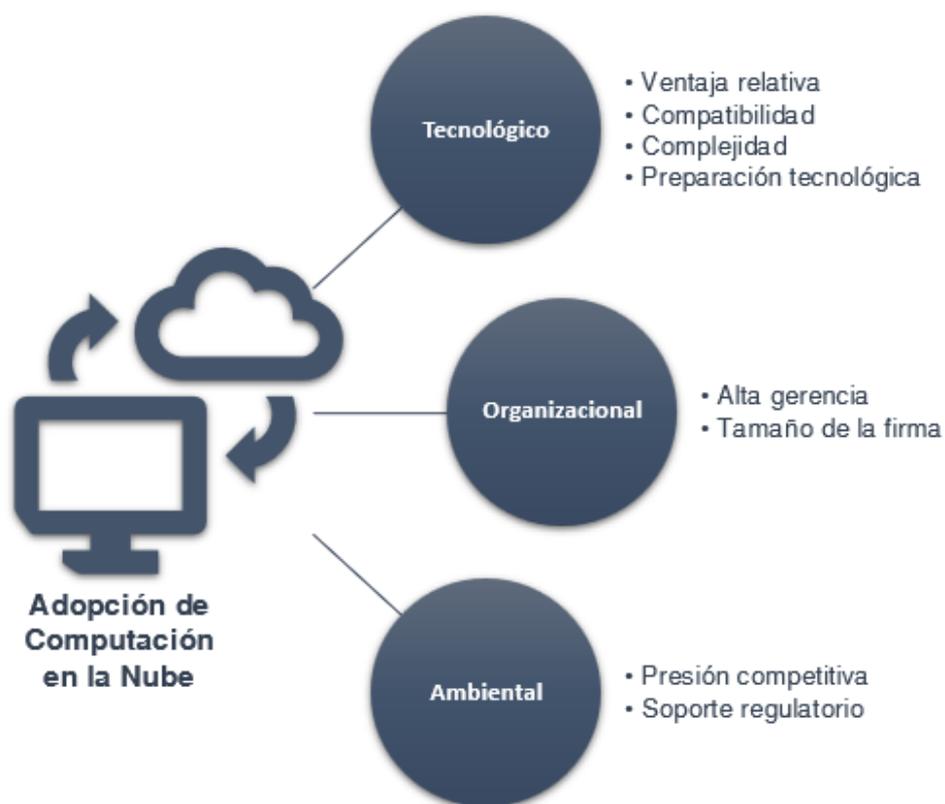
Sayginer & Ercan (2020) tuvo como objetivo comprender los factores internos y externos para la adopción de Cloud Computing en compañías en Izmir, Turquía, usando una combinación de los modelos TOE y DOI.

En este estudio se usaron 8 determinantes como la ventaja relativa, la compatibilidad, la complejidad y el apoyo de la alta dirección entre otras.

El autor encuestó a 176 encargados de tomar decisiones en la organización. Consta de 25 preguntas de las cuales 21 se midieron en la escala de Likert y se usó niveles desde “totalmente de acuerdo” hasta “totalmente en desacuerdo”. La evaluación de los datos se realizó a través de del software SmartPLS 3.0, en donde se detectó que los determinantes más importantes eran el soporte de la Alta gerencia y la complejidad.

**Figura 10**

*Determinantes que Influyen en la Adopción de Computación en la Nube en base al Modelo TOE-DOI*



Nota. Adaptada Sayginer & Ercan (2020)

La investigación concluyó mediante un análisis correlacional que la Alta gerencia influye positivamente en la adopción de computación en la nube, por lo que se recomendó que los altos directivos deben estar al tanto de los beneficios que ofrece la innovación y crear un entorno positivo hacia esta adopción. Por otro lado, se halló que la complejidad influye de manera negativa en la adopción en la nube, ya que se evidenció que la integración e implementación de esta innovación puede ser difícil de usar para el personal de la organización. Asimismo, el estudio mencionó que la complejidad podría ser solucionada con el apoyo del gobierno mediante políticas y normas que motiven al proveedor de Computación en la nube a mostrar una hoja de ruta clara que brinde la confianza necesaria para la adopción por parte de las organizaciones. Adicionalmente, el estudio mencionó que los modelos TOE y DOI fueron útiles para entender la adopción de la computación en la nube desde un punto de vista empresarial.

### **2.6.2 Determinantes para la adopción de robótica en compañías de elementos prefabricados en Hong Kong, China**

Pan & Pan (2019) publicaron un artículo enfocado en identificar los determinantes de la adopción de robótica en la producción en masa de elementos prefabricados a nivel organizativo. Este estudio se basa en la teoría DOI y TOE para llevar un estudio de casos múltiples con 2 fabricantes de prefabricados de concreto y 2 proveedores de tecnologías, para los cuales propuso nueve determinantes dentro de este grupo se encuentra el entorno regulatorio, la compatibilidad, la interconexión, el tamaño y determinantes contextuales.

El estudio desarrolla un marco de determinantes que influyen en la decisión de adopción, dentro de los cuales se resalta los determinantes de apoyo ambiental, disponibilidad tecnológica y aceptabilidad organizacional.

**Figura 11**

*Determinantes que Influyen en la Adopción de la Robótica en Compañías de Elementos Prefabricados en Base al Modelo TOE-DOI*



Nota. Adaptada de Pan & Pan (2019)

El estudio, Pan & Pan concluyen que la adopción de la robótica por parte de un fabricante de prefabricados de hormigón depende más del contexto ambiental y organizacional que de los avances tecnológicos.

### **2.6.3 Determinantes que influyen en la adopción del BIM en mercados emergentes: caso de la India**

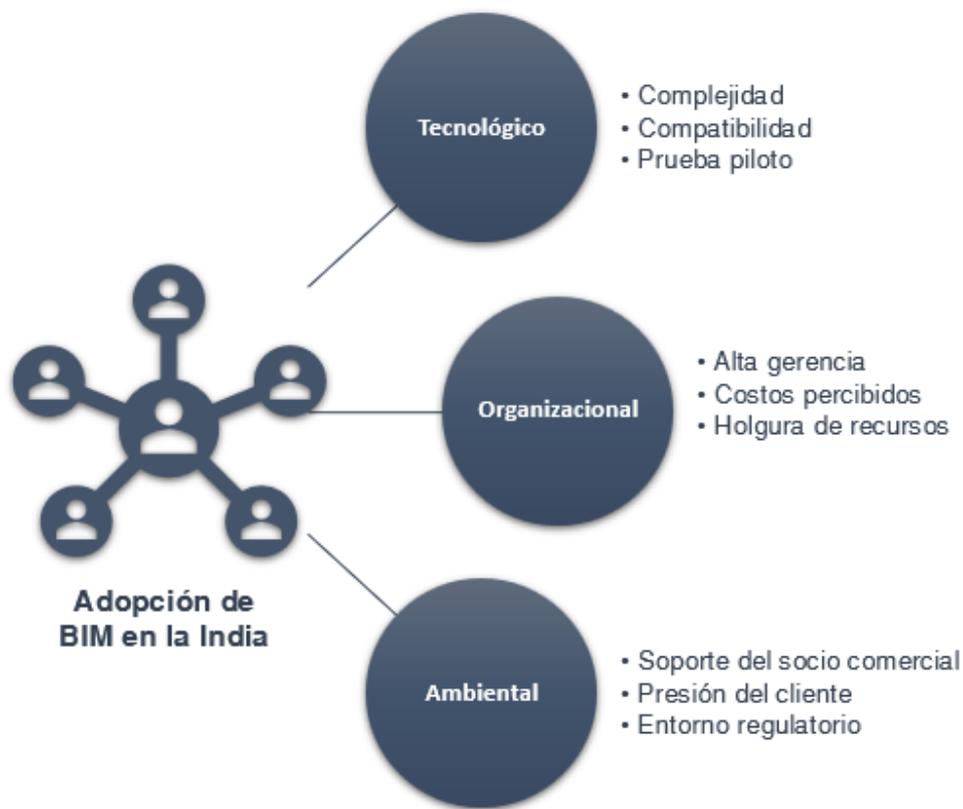
Ahuja et al. (2020) que los potenciales beneficios del BIM ya se conocen, pero parece que aún no en países con mercados emergentes como la India. Por tal razón, el principal objetivo de la investigación es la de identificar y comparar la presencia de impulsores e inhibidores de la adopción BIM en el contexto de la india para tomar acciones mediante la implementación de estrategias para mejorar la adopción del BIM.

Este estudio se utilizó el marco TOE para desarrollar un instrumento de encuesta que recopile la perspectiva de los expertos de la industria.

El marco TOE se utilizó para desarrollar un instrumento de encuesta para recopilar datos primarios de expertos de la industria. Se validó 184 cuestionarios, los cuales fueron evaluados mediante estadística descriptiva.

**Figura 12**

*Determinantes que Influyen en la Adopción de BIM en la India en base al Modelo TOE*



Nota. Adaptada de Ahuja et al. (2020)

En el estudio se identificaron que la India se encontraba una etapa inicial, según la definición para medir la madurez BIM propuesta por Succar (2010). En base al análisis de los datos se sugirió que era necesaria la aplicación de cierta estandarización en el proceso de implementación de los procesos relacionados con BIM. Otra de las conclusiones a las que llegaron es que la adopción de BIM se podría lograr que aumentando el apoyo de la Alta dirección. Por otro lado, en el estudio mencionan que barreras como la complejidad pueden ser solucionadas desde el punto de vista colaborativo que propone BIM y con el impulso de entidades regulatorias como el

gobierno con la finalidad de proponer incentivos, el desarrollo de las capacidades y la eliminación de impedimentos.

### **2.7. Fusión de las teorías TOE y DOI para entender la aceptación elementos estructurales prefabricados**

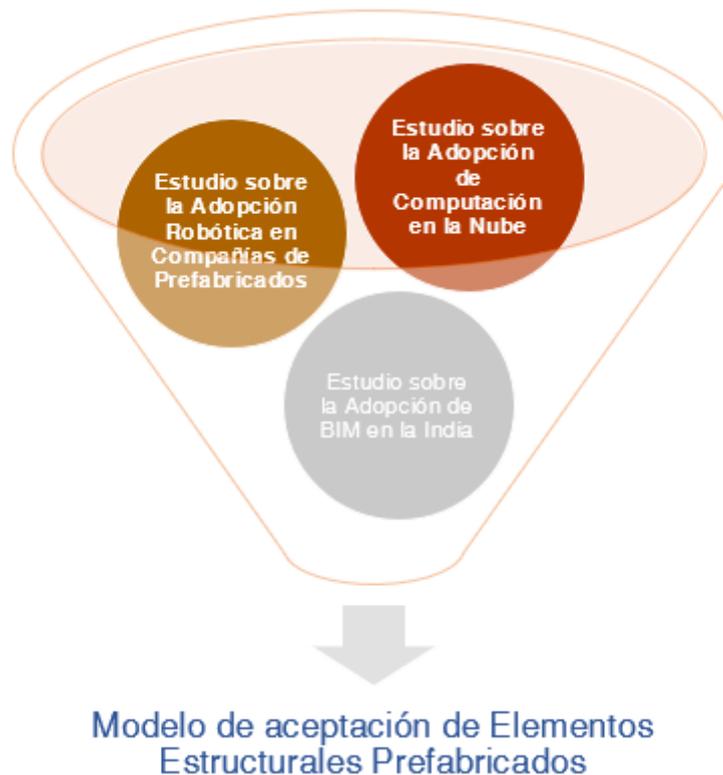
Ambas teorías son compatibles entre sí, ya que las características individuales y las características internas y externas presentadas en la teoría DOI son idénticas al contexto tecnológico y organizacional presentadas en el marco TOE, pero con la inclusión de un nuevo componente llamado contexto ambiental (Oliveira & Martins, 2011) .

Para entender los aportes de estas teorías, se relacionan los contextos empresariales a nivel internacional para entender cómo estas han sido útiles para entender el comportamiento de adopción de diferentes innovaciones tecnológicas en las industrias.

Oliveira & Martins (2011) combinaron los modelos TOE y DOI para evaluar los determinantes que influyen en la adopción de la computación en la nube. Estos nos sirven como ejemplo para crear uno que se adapte a los objetivos de esta tesis.

## Figura 13

*Estudios que Influyen en la Creación del Modelo de Aceptación de los Elementos Estructurales Prefabricados.*



A continuación, se hacen uso los contextos y determinantes estudiados anteriormente para proponer un modelo de aceptación con los factores que motivan la adopción de los elementos estructurales prefabricados.

### **2.7.1. Contexto tecnológico**

El contexto tecnológico se centra en los factores tecnológicos que favorecen la aceptación de una tecnología emergente (Tornatzky et al.,1990).

Para esta industria se proponen la ventaja relativa, la compatibilidad y la complejidad como los factores que influyen en la industria de la construcción peruana.

### **2.7.2. Contexto organizacional**

El contexto organizacional hace referencia a los atributos o factores organizacionales que puede promover o no una innovación (Tornatzky et al.,1990).

Para esta industria se proponen al soporte de la alta gerencia, la competencia organizacional, el entrenamiento y educación como los factores organizacionales que influyen en la industria de la construcción peruana.

### **2.7.3. Contexto ambiental**

El contexto ambiental hace referencia a los factores que existen en el ámbito en donde la organización realiza sus actividades, interactúa con el gobierno y otras organizaciones (Tornatzky et al.,1990).

Para esta industria se propone al soporte de los socios comerciales, presión competitiva, presión del cliente, entorno regulatorio, COVID-19 como los factores que influyen en la industria de la construcción peruana.

Hemos seleccionado los conceptos para el contexto tecnológico, organizacional y ambiental. Todo ello, para guiarnos de estos conceptos para crear uno que se adapte al mercado peruano. Este modelo se describe en el siguiente capítulo.

## **CAPÍTULO 3. Modelo de Aceptación de Elementos Estructurales**

### **Prefabricados**

En este apartado, se presenta en un primer plano la estructura del modelo de aceptación de elementos estructurales prefabricados junto a las hipótesis planteadas por el estudio para realizar un análisis correlacional. En un segundo plano, se presenta una breve descripción de los fundamentos teóricos bajo los cuales se sustentan los cálculos matemáticos relacionados a la estadística descriptiva e inferencial.

### **3.1. Estructura del Modelo de Aceptación de Elementos Estructurales**

#### **Prefabricados**

En base a la revisión de literatura realizada, el estudio decidió hacer uso de las teorías propuestas por Rogers (1983) y Tornatzky et al. (1990). En donde, se estableció que los factores que más prevalecen hacia la intención de uso y la adopción de los elementos estructurales prefabricados en las organizaciones de la industria son la ventaja relativa, la complejidad, la compatibilidad, el comportamiento organizacional, el entrenamiento y educación, el soporte de la alta gerencia, el soporte de los socios comerciales, la presión competitiva, la presión del cliente, el entorno regulatorio, la pandemia. Estos factores han sido representados mediante el siguiente modelo propuesto.

**Figura 14**

*Modelo de Factores Clave que Influyen en la Aceptación de Elementos Estructurales*

*Prefabricados*



Cada atributo se cuantifica y analiza mediante un análisis estadístico de correlación, en donde el público objetivo serán los diseñadores estructurales, contratistas, gerencias de proyecto, supervisión, clientes de construcción, y cualquier profesional con experiencia en la industria de la construcción

Se proponen 11 hipótesis de acuerdo a la revisión de literatura en donde se revisaron varios marcos teóricos que permiten identificar los atributos positivos y negativos que influyen en la adopción de nuevas tecnologías. En base a lo mencionado, se considera que los factores descritos que afectan en la aceptación u adopción de los elementos estructurales prefabricados son los siguientes:

- H1: La ventaja relativa se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.
- H2: La compatibilidad se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.
- H3: La complejidad se asocia negativamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.

- H4: El comportamiento organizacional se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.
- H5: El entrenamiento y educación se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.
- H6: El soporte de la alta dirección se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.
- H7: El soporte de socios comerciales se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.
- H8: La presión competitiva se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.
- H9: La presión del cliente se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.
- H10: El entorno regulatorio se asocia negativamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.
- H11: El COVID – 19 se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados.

### **3.2. Análisis Estadístico para los estudios de investigación.**

Las pruebas de análisis estadísticos son herramientas matemáticas que permite entender de manera más clara la distribución de los datos en base a cálculos numéricos para proporcionar obtener datos resumidos y hacer conclusiones lógicas. A continuación, se describe los 2 tipos de análisis de estadísticos que se usan.

#### **3.2.1. Estadística Descriptiva**

La estadística descriptiva es un método matemático que consiste en describir y sintetizar los datos de manera lógica, significativa y eficiente. (Vetter, 2017)

Este tipo de análisis se suelen usar para encontrar tendencias entre los datos y nos una visión panorámica, por lo que a menudo son representadas a través de gráficos u tablas.

En la primera etapa, el estudio se muestra diagramas de barras y gráficos circulares para presentar un compilado de los datos informativos que fueron solicitados en un primer momento por los encuestados. En la segunda etapa, se analizan las respuestas de manera

descriptiva con el uso de la media, mediana, curtosis y la frecuencia. A tal efecto, estos cálculos se clasifican en medidas de tendencia central y medidas de variabilidad.

### **Medidas de tendencia Central**

En este estudio se usa la media, mediana y la distribución de frecuencias de los datos recolectados.

La media es una de las medidas de tendencia central más conocida. Está simbolizada como  $\bar{X}$ . Su cálculo consiste en sumar todos los números presentes y dividirlos entre la cantidad total de datos (Sampieri et al., 2008).

Según Sanjuán (2019), la expresión matemática es de la siguiente manera.

$$\bar{X} = \frac{\sum_1^N x_i}{N}$$

En donde,

- $x_i$  representa a la cantidad de observaciones. I puede tomar valores desde 1 a n.
- $N$  numero de observaciones.

Por otro lado, la mediana es el valor que encuentra el termino ubicado al medio de una lista de valores distribuidos en orden. Es decir, la mitad de los valores estarán por encima de esta y la otra mitad por debajo (Sampieri et al., 2008).

Según Sanjuán (2019), la expresión matemática es de la siguiente manera.

$$Me = \frac{(N + 1)}{2}$$

En donde,

- $N$  numero de observaciones.

Finalmente, nos referimos a la moda como la medida que ocurre con mayor frecuencia. Sin embargo, para poder obtener una mayor claridad de la cantidad de valores brindados por la escala Likert en las diferentes preguntas, se calcula la frecuencia para cada valor ordinal (0, 1, 2, 3, 4) y se realiza un diagrama más ilustrativo que refleje la distribución de los datos.

## Medidas de variabilidad

Las medidas de variabilidad indican el grado de dispersión de los datos. Estas sirven para entender el comportamiento de los datos a través de alejamiento o proximidad entre ellos. Las medidas de variabilidad más usadas son la desviación estándar, la varianza, la asimetría y la curtosis. Debido a la agrupación de los datos, el presente estudio usa la desviación estándar, la asimetría y la curtosis.

La desviación estándar simbolizada por  $\sigma$  o por su abreviatura DE, mide que tan distantes están los datos en promedio con respecto a la media de los datos. Es decir que cuanto más estén distanciados o dispersados con respecto a la media, mayor será la desviación estándar (Sampieri et al., 2008).

En este aspecto, esta medida nos da una noción sobre que tanto puede llegar a coincidir o no una respuesta con respuesta a la media. La expresión matemática es la siguiente.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^N (x_i - \bar{X})^2}{N}}$$

En donde,

- $X$  representa a la variable sobre la cual se calcula la desviación estándar.
- $x_i$  representa a la cantidad de observaciones.  $i$  puede tomar valores desde 1 a  $n$ .
- $N$  numero de observaciones.
- $\bar{X}$  es la media de la variable  $X$ .

La asimetría y curtosis suelen utilizarse para saber cuánto se asemeja la distribución de los recolectados con la campana de Gauss (Sampieri et al., 2008).

La asimetría es un indicador del lado de la curva de distribución por donde se agrupan las frecuencias. En ese aspecto, cuando la asimetría es cero, se puede decir que la curva es simétrica, de otro modo, cuando la asimetría es negativa o positiva se puede concluir que la curva que hay más valores hacia la izquierda o derecha respectivamente (Sampieri et al., 2008).

Muy a menudo se suele denotar la asimetría con solo observar diagrama de frecuencias, pero también es posible calcularla través de la siguiente expresión matemática descrita por la función Asimetría de Microsoft Excel.

$$As = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left( \frac{x_i - \bar{X}}{s} \right)^3$$

Donde,

- $n$  es la cantidad de datos
- $s$  es la desviación estándar

Por otro lado, podemos afirmar que la curtosis nos indica sobre qué tan plana o apuntalada es una curva. Por lo que cuando la curtosis es cero significa que podría seguir una distribución normal, de otra manera, cuando la curtosis es negativa o positiva significa que la curva es más plana o más apuntalada (Sampieri et al., 2008).

Al igual que en la asimetría, se suele señalar la curtosis con solo observar la curva de distribución, sin embargo, también es posible calcularla siguiendo la siguiente expresión matemática descrita por la función Curtosis de Microsoft Excel.

$$K = \left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left( \frac{x_i - \bar{X}}{s} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

Donde,

- $n$  es la cantidad de datos
- $s$  es la desviación estándar

### 3.2.2. Estadística Inferencial

Según Sampieri et al. (2008) la inferencia sirve para estimar parámetros y probar hipótesis, la cual se basa en el tipo de distribución de muestra que se tenga.

Asimismo, las estadísticas inferenciales permiten hacer afirmaciones validas acerca de las asociaciones existentes entre las variables dependientes e independientes que se analicen, de acuerdo al tipo de muestreo de datos (Vetter, 2017).

La estadística inferencial puede no ser válida para tamaños de la muestra menores a 30 (Mascha & Vetter, 2018).

### 3.2.1.1. Coeficiente de Confiabilidad: alfa Cronbach

Se usa el coeficiente alfa Cronbach para examinar la confiabilidad del instrumento con escala Likert, en donde se recopila información relacionada a actitudes, opiniones u percepción del entorno de las personas encuestadas (Gliem & Gliem, 2003).

El coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach es un valor que indica la consistencia interna del instrumento de recolección para analizar si mide lo que se pretende medir, en tal efecto este coeficiente refleja un patrón de respuesta de la población estudiada (Celina & Campo, 2005).

Según Celina & Campo (2005), el coeficiente alfa Cronbach se calcula mediante la siguiente expresión matemática.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left( 1 - \frac{\sum_1^K S_i}{St} \right)$$

En donde,

- K representa el número de *ítems*
- $S_i$  representa la varianza de cada ítem
- St representa la varianza de la suma de todos los *ítems*

Los valores del coeficiente alfa de Cronbach pueden resultar entre 0 y 1, siendo 1 el valor más confiable y 0 como el valor menos confiable.

Tavakol & Dennick (2011) en su reporte *Making sense of Cronbach's Alpha* mencionan que un valor cercano a 1 puede significar la existe redundancia entre las preguntas que se propuso, por lo que tener un valor alto no siempre garantiza tener un adecuado instrumento de medición. Por otro lado, un valor muy bajo podría significar que la mayoría de preguntas no se encuentran relacionadas unas a otras o que las preguntas no han sido entendidas por la gran mayoría del público objetivo de la encuesta o que simplemente existente diferentes puntos de vista con respecto a una pregunta.

Con respecto a este tema, Celina & Campo (2005) proponen los siguientes rangos de valores para clasificar si la confiabilidad de un instrumento de medición es alta, moderada u baja: un valor de alfa de Cronbach menor a 0.7 indica que la consistencia interna es baja; mientras que un valor por encima de 0.9 indica redundancia o duplicación. En ese marco, se prefiere tener valores de alfa de Cronbach entre 0.8 y 0.9, en donde si no se cuenta con un mejor instrumento de medición se pueden aceptar valores inferiores.

En ese sentido, el alfa de Cronbach es un indicador muy sensible a la cantidad de preguntas u *ítems* y a la redundancia que existe entre estas, por lo que se recomienda realizar este tipo de análisis en función del público objetivo de la encuesta y bajo la supervisión de expertos para verificar el entendimiento de las preguntas en etapas previas a la recolección final de los datos.

### **3.2.1.2. Coeficiente de Correlación**

La estadística correlacional sirve para medir el grado de correlación que existe entre las variables o factores a través de la agrupación de los datos recolectados. En este estudio, el análisis correlacional se realizó mediante el uso de un programa estadístico llamado SPSS, el cual es un paquete estadístico que permite realizar diferentes operaciones estadísticas con los datos.

Para realizar un análisis de correlación se debe establecer qué tipo de muestra se ha de realizar (paramétrica o no paramétrica) para establecer qué tipo de estadístico de prueba a de usarse, luego de conocer si el conjunto de datos tiene o no una distribución normal.

En el presente estudio, se utilizó un diseño muestral no paramétrica. Al respecto, Sampieri et al. (2008) afirma que este tipo de pruebas no paramétricas pueden ir acompañada de distintos coeficientes inferenciales. Dentro de estos, los coeficientes de correlación más utilizados son los coeficientes Rho de Spearman y Pearson.

Para reconocer que coeficiente correlacional usar Schober & Schwarte (2018) sugiere realizar previamente una prueba de normalidad al conjunto de datos. De este modo, si la distribución de los datos resulta ser normal, se recomienda usar el coeficiente de Pearson, caso contrario, se recomienda usar el coeficiente de Spearman.

En este estudio, se realiza una prueba de normalidad denominada Kolmogorov- Smirnov a través del software SPSS y en base a ello se elige el tipo de coeficiente correlacional.

De igual manera, algunos estudios consideran que las muestras no probabilísticas por conveniencia suelen ser analizadas a través del coeficiente de Spearman, pues la cantidad de datos recolectados no suele ser grande y no se llega a recolectar datos de manera aleatoria, por lo que frecuentemente la distribución de los datos no suele coincidir con la de una distribución normal.

Por otro lado, para interpretar las correlaciones entre las variables es necesario reconocer 2 aspectos: el coeficiente de correlación y el intervalo de confianza. Ambos son necesarios para interpretar los resultados.

En este caso, dada la no normalidad de la distribución de los datos recolectados es adecuado usar el coeficiente de correlación de Spearman el cual indica que tan fuerte puede llegar a ser la asociación lineal entre las 2 variables de estudio. El cálculo del coeficiente de Spearman se realiza mediante la siguiente expresión (Badii et al., 2014)

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

En donde,

- $r_s$  representa el coeficiente de correlación de Spearman
- $d^2$  representa la diferencia entre los rangos (X menos Y)
- $n$  representa al número de datos

Este poder de asociación se mide de -1 a 1. La clasificación acerca de si la asociación es fuerte o débil se describe a través de la siguiente tabla. (Schober & Schwarte, 2018)

**Tabla 4**

*Clasificación de los Coeficientes de Correlación de Spearman*

| Coeficiente de Correlación | Interpretación       |
|----------------------------|----------------------|
| 0.0 - 0.1                  | Correlación muy baja |
| 0.1 - 0.39                 | Correlación baja     |
| 0.40 - 0.69                | Correlación moderada |
| 0.70 - 0.89                | Correlación alta     |
| 0.90 – 1.00                | Correlación muy alta |

Nota. Adaptado Schober & Schwarte (2018).

El grado de significancia se representado con  $p$  he indica cuando un valor alcanza un cierto nivel de significancia con respecto al punto de corte. Se denomina  $\alpha$  y se establece en 0.05 (Mascha & Vetter, 2018). En ese sentido, para saber si la fuerza entre la asociación de variables es significativa o no, se establecen 2 hipótesis.

La primera se denomina hipótesis nula ( $H_0$ ) o error tipo I e indica que no hay una relación lineal existente entre las variables de estudio. La segunda se denomina hipótesis alternativa ( $H_a$ ) o error tipo II y es la que afirma si existe una relación lineal entre las variables.

En ese marco, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa cuando la probabilidad  $p$  resulta ser menor al 0.05, pues indica que el resultado observado no ocurrió por casualidad y que la asociación entre variables es lineal y significativa (Schober et al., 2018).

Adicionalmente, los conceptos de  $p$  y  $\alpha$  son disitntos.  $\alpha$  es la probabilidad aceptada para diferenciar entre un error de tipo I o II, mientras que el  $p$  es la probabilidad que será calculada mediante el software estadístico SPSS en base a la distribución de los datos recolectados. Cuando se contrasta con el  $\alpha$  se podrá decidir si se acepta o no la hipótesis alternativa ( $H_a$ ).

## **CAPÍTULO 4. DISEÑO MUESTRAL**

El objetivo principal del diseño muestral es el dar a conocer las estrategias que se usarán para obtener algunas de las características de la población (Tamayo, 2001). En ese sentido, es el instrumento que sirve de referencia para seleccionar de manera objetiva a los colaboradores que participan en esta investigación.

### **4.1. Características intrínsecas del diseño muestral**

En este acápite damos a conocer las características propias de esta investigación; además explicamos la metodología que se siguió para la recolección de datos.

#### **4.1.1 Plan de muestreo**

La muestra se diseñó en base a una encuesta no probabilística por conveniencia, pues el presente estudio es una investigación del tipo exploratorio debido a la falta de literatura o estado del arte que abarque temas relacionados a los elementos estructurales prefabricados a nivel nacional.

Con una encuesta no probabilística por conveniencia se recolectan datos a partir de la aplicación de encuestas a profesionales de la construcción que tengan experiencia en el rubro, a los que hemos ubicado en proyectos de construcción, en empresas inmobiliarias, en empresas diseñadoras y en cualquier empresa con personal capacitado que cuente con disposición de formar parte de este estudio.

De igual manera, gran parte de los profesionales que participaron en esta encuesta fueron seleccionados a través de la red social denominada LinkedIn, en base a la descripción de sus perfiles. Se publicó textos de interés para los profesionales de la construcción que cumplan con los requisitos para responder el formulario virtual dispuesto en las redes.

#### **4.1.2 Unidad de Análisis**

La unidad de análisis para este estudio estará compuesta por profesionales de la industria de la construcción, tales como gerentes proyectos, Ingenieros residentes, Ingenieros de seguridad, ingenieros de calidad, arquitectos, ingenieros estructurales y cualquier otro profesional con experiencia en el rubro. La población queda definida por todos los

profesionales relacionados a la construcción que ejecuten sus trabajos en la industria de la construcción peruana.

#### **4.1.3. Tamaño de la muestra**

Se realizó un muestreo por conveniencia, debido a su utilidad cuando la población es muy grande (Etikan, 2016). Este tipo de muestra se crean seleccionando una porción de la población de manera conveniente al criterio del investigador con el fin de asegurar que el conocimiento adquirido sea representativo (Casal & Mateu, 2017).

En ese sentido, para que la muestra sea significativa se considera que por cada pregunta o ítem se debe tener como mínimo 3 encuestados.

El cuestionario está compuesto por 44 preguntas. El estudio debe tener una cantidad mínima de 132 encuestados para que la muestra sea válida. Este número de encuestados ha de considerarse como un número neto, es decir como una cantidad final luego de haberse realizado una limpieza de los datos. La cantidad de preguntas que se descarta es aproximadamente el 5% de los datos totales.

Los criterios de selección para formar la muestra son presentados en las secciones posteriores.

### **4.2. Características intrínsecas de los encuestados**

El rasgo en común que tiene los encuestados es que todos trabajan en el rubro de la construcción. A continuación, se expone las principales características de esto.

#### **4.2.1 Tipo de encuestado**

De acuerdo al tipo de estudio, la información que se recolectó son profesionales de la construcción que frecuentemente se encuentran en las obras, tales como diseñadores estructurales, arquitectos, gerentes de proyecto, ingenieros residentes, ingenieros de seguridad, ingenieros de calidad, clientes de construcción entre otros.

**Figura 15**

*Profesionales de la Industria de la Construcción*

## Industria de la Construcción



### **4.2.2. Años de experiencia**

Para poder dar un punto de vista realista acerca de la situación de los elementos prefabricados en la construcción, los profesionales encuestados deberían tener cierto grado de experiencia en proyectos constructivos. Estos años de experiencia hacen referencia a los años totales que viene laborando el encuestado en el rubro de la construcción.

### **4.2.3. Años de experiencia con el uso de elementos estructurales prefabricados**

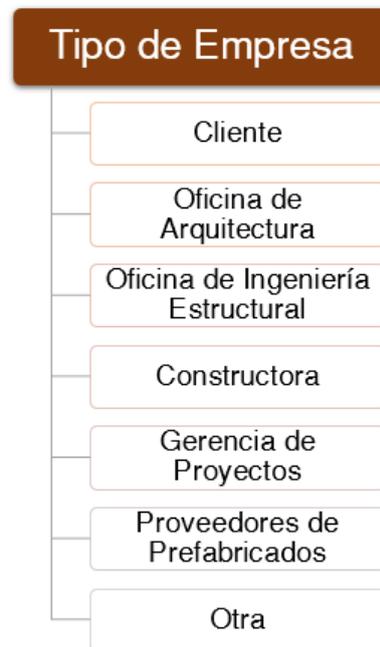
El uso de elementos estructurales prefabricados es relativamente nuevo en nuestro país; sin embargo, en otros países es algo bastante difundido. En esta investigación se buscan dar cuenta del grado de conocimiento que tiene los profesionales de la construcción con respecto a la experiencia en uso de estos elementos.

### **4.2.4. Tipo de empresa**

En base a la población con la que se trabaja en esta tesis, es necesario tomar en cuenta el tipo de empresa, en la que trabajan los encuestados. En ese aspecto, se describieron los siguientes tipos de empresas.

**Figura 16**

*Tipos en la Empresas en la Industria de la Construcción*



#### **4.2.5. Tamaño de empresa**

Según la literatura, una mayor cantidad de recursos puede traer como consecuencia una mayor facilidad para implementar nuevas tecnologías innovadoras dentro de la organización. Estos tamaños se clasifican de acuerdo al número de trabajadores existen en la organización. La clasificación es la siguiente.

**Figura 17**

*Clasificación de Empresas Según su Tamaño*



#### **4.2.6. Tipo de proyectos**

Dado que los profesionales de la construcción pueden haber laborado en varios proyectos, se busca establecer alguna relación lógica entre el uso de prefabricados y el tipo de proyecto, ya que nos interesa saber si el uso de prefabricados es más compatible con cierto tipo de proyectos que con otros. De igual forma, esto no solo daría a conocer la compatibilidad sino también los tipos de proyectos en donde es posible usar elementos estructurales prefabricados. Los tipos de proyectos que se planearon son los siguientes.

**Figura 18**

*Tipos de Proyectos en la Industria de la Construcción*



Si bien es cierto, no se mencionan todos los tipos de proyectos, se le da la opción al encuestado para que pueda completar un espacio en blanco en el cual coloque los proyectos en los cuales ha usado elementos estructurales prefabricados.

#### **4.2.7. Tipo de elementos estructurales prefabricados**

Los tipos de elementos estructurales prefabricados que hoy en día las empresas prefabricadoras ofrecen es muy variada. En tal efecto, se busca que el encuestado pueda identificar que tipos de elementos estructurales prefabricados ha usado con mayor frecuencia. A continuación, se describe una lista de los principales elementos estructurales existentes en el mercado internacional y nacional.

**Figura 19**

*Tipos de Elementos Estructurales Prefabricados*



## **CAPÍTULO 5. DISEÑO DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN**

Para la elaboración del cuestionario nos basamos en estudios similares en los cuales se utilizaron modelos de aceptación tales como TOE, DOI y TAM. Los trabajos de Chen et al. (2019), Oliveira et al. (2014), Ramaswamy et al. (2015) y Pan & Pan (2019) nos sirvieron de modelo para crear nuestro formulario. Este contiene 13 variables representadas a través de 44 preguntas.

El instrumento de recolección y medición que se usa para esta investigación es el formulario de *Google Forms* porque este permite enviar respuestas de manera anónima y es útil para trabajar con un espacio muestral amplio. El formulario tiene 8 páginas y se dividió, para fines didácticos, en dos secciones. En la primera, las preguntas fueron de respuesta abierta u opciones múltiples porque buscamos información relacionada con el rubro de la empresa en la que trabajó, tamaño de la empresa, años de experiencia, etc.

En la segunda sección, las preguntas se hicieron en base a la escala Likert porque este tipo de formulario es efectivo para responder preguntas de valoración a través de alternativas numeradas del 1 al 5 (Totalmente en desacuerdo (1), En desacuerdo (2), De acuerdo (3), Totalmente de acuerdo (4) para poder cuantificar la percepción de los profesionales de esta industria.

### **5.1 Método para el diseño del cuestionario**

Sampieri (2014) plantea que existen tres pilares para asegurar que un cuestionario este realmente alineado y cumpla con los objetivos del estudio: validez, confiabilidad y objetividad. Siguiendo estos principios se elaboró la encuesta.

La validez es el grado en que el instrumento es capaz de medir la variable propuesta. En ese sentido, se verifica evaluando la validez de las preguntas. En cuanto a la confiabilidad, se usó el cálculo de alfa de Cronbach para medir el grado de coincidencia hacia una misma respuesta; además, para garantizar la objetividad de las preguntas se consultó a especialistas que emitieron sus opiniones, esto antes de lanzar la encuesta.

En la literatura de nuestro tema de investigación se ha encontrado poca información, por ello, nos hemos recorrido a fuentes secundarias para así extrapolar y aplicarlo a nuestro proyecto.

Pese a que las respuestas pueden variar según el tiempo y el contexto, se ha decidido adaptar preguntas que se hicieron en otras encuestas similares a las nuestras; con esto, procuramos que de nuestra encuesta sea confiable porque según el autor citado la confiabilidad hace referencia al grado en que es posible medir una variable a un individuo y en repetidas ocasiones se obtiene el mismo resultado (Sampieri et al., 2008).

### **5.1.1. Diseño del formulario**

#### **I. Diseño del cuestionario**

En un primer momento, las preguntas se formularon a partir de la lectura de la bibliografía; luego, se ajustaron bajo criterios de lógica y coherencia a través de la comparación de investigaciones similares. Nuestras principales fuentes fueron los estudios realizados por Ramaswamy et al. (2015) y Chen et al. (2019) en los artículos *Journal of Enterprise Information Management Understanding determinants of cloud computing adoption using an integrated TAM-TOE model* y *Adoption of building information modeling in Chinese construction industry: The technology-organization-environment framework*, respectivamente. Finalmente, se formuló 41 preguntas. Este proceso nos tomó un mes.

#### **II. Prueba piloto**

La corroboración del instrumento (formulario) se realizó aplicándolo a personas que no formarán parte de nuestro espacio muestral, necesario comprobar si las preguntas eran claras y entendibles. Se contó con un total de ocho personas de las cuales dos eran clientes inmobiliarios, tres proveedores prefabricados y tres ingenieros constructores. Cada entrevista duró cincuenta minutos.

Las respuestas y observaciones que nos hicieron nuestros colaboradores nos permitieron darnos cuenta que teníamos que hacer algunos ligeros cambios para que sea más comprensible.

Gracias a la prueba piloto pudimos determinar que las preguntas de las encuestas estaban bien formuladas. Por esta razón, no se cambiaron las preguntas sino más bien se las mejoró.

### **III. Diseño final del cuestionario**

En este apartado tomamos en cuenta las sugerencias que dieron nuestros colaboradores y aplicamos el principio de la navaja Ockham, es decir, reestructuramos algunas de las preguntas y desechamos otras.

## **5.2. Estructura del cuestionario**

### **5.2.1 Información del entrevistado**

En la primera sección del formulario las preguntas están dirigidas a recoger los datos acerca de la profesión del encuestado, los años de experiencia que en su profesión y los años de experiencia con el uso de prefabricados. Asimismo, en la segunda sección del formulario, las preguntas tienen como propósito recolectar datos de la organización, por ejemplo, la cantidad de trabajadores en una empresa sin considerar Staff obrero, el rubro al que se dedica la empresa y los tipos de elementos estructurales prefabricados que han usado en las organizaciones.

### **5.2.2. Diseño de enunciados para la encuesta de aceptación de elementos estructurales prefabricados**

Los enunciados se diseñaron en base a la literatura referida a nuestro tema de investigación y tomando en cuenta la experiencia de la prueba piloto.

Algunas de las preguntas se adaptaron de la investigación de Ramaswamy et al. (2015) quien trata de acerca de los factores que influyen en la adopción en la nube; un segundo grupo de preguntas se adaptó de la investigación de Chen et al. (2019). Él en su trabajo trata acerca de la adopción de BIM en la industria de construcción china.

Un tercer grupo de preguntas se adaptaron de la investigación de Pan & Pan, (2019). Este autor trabaja temas relacionados con los factores que influyen en la adopción de robótica en la producción de concreto prefabricado, desde el punto de vista de los fabricantes.

Finalmente, un cuarto grupo de preguntas se adaptó de las investigaciones de Oliveira et al. (2014). Él se dedica a investigar, al igual Ramaswamy et al. (2015) y su equipo, acerca de los determinantes que influyen en la adopción de computación en la nube.

### **Tabla 5**

*Lista de Enunciados de Acuerdo a los Factores Tecnológicos*

---

| <b>Enunciados</b>   |
|---|
| <b>Considero que el uso de elementos estructurales prefabricados nos permite:</b> |
| 1. Aumentar la seguridad en obra  |
| 2. Aumentar la productividad  |
| 3. Mejorar la calidad de nuestras operaciones                                     |
| 4. Mejorar la competitividad de nuestra organización                              |
| <b>Considero que los elementos estructurales prefabricados:</b>                   |
| 5. Son compatibles con la madurez digital de la empresa                           |
| 6. Son fáciles de instalar en obra  |
| 7. Están alineados con las prácticas existentes de la empresa                     |
| <b>Considero que los elementos estructurales prefabricados:</b>                   |
| 8. Nos exponen a retrasos en obra por entregas tardías                            |
| 9. Ocupan mucho tiempo para instalar  |
| 10. Son difíciles de integrar con la metodología actual de trabajo                |

---

Nota. La elaboración de estas preguntas se realizó adaptando algunas preguntas de los trabajos realizados por Chen et al. (2019), Oliveira et al. (2014) y Ramaswamy et al. (2015)

**Tabla 6**

*Lista de Enunciados de Acuerdo a los Factores Organizacionales*

---

| <b>Enunciados</b>  |
|--|
| <b>Con respecto al uso de elementos estructurales prefabricados, nuestra organización:</b>                                       |
| 1. Contrata personal con conocimientos de prefabricados  |
| 2. Cuenta con el software necesario para implementar elementos estructurales prefabricados                                       |
| 3. Destina recursos económicos para implementar prefabricados  |
| <b>Con respecto a mi capacitación sobre los elementos estructurales prefabricados, considero que:</b>                            |
| 4. Mi empresa me brindó una capacitación completa sobre el uso de prefabricados  |
| 5. Mi nivel de comprensión mejoró sustancialmente después de pasar por un programa de capacitación sobre el uso de prefabricados |
| 6. La capacitación me brindó confianza para el uso de prefabricados  |
| <b>En relación a los elementos estructurales prefabricados, la Gerencia:</b>   |
| 7. Se involucra en el proceso de innovación  |
| 8. Considera que la adopción de prefabricados es estratégica   |
| 9. Asume riesgos asociados a la adopción de prefabricados  |

---

Nota. La elaboración de estas preguntas se realizó adaptando algunas preguntas de los trabajos realizados por Chen et al. (2019), Oliveira et al. (2014) y Ramaswamy et al. (2015)

**Tabla 7**

*Listas de Enunciados de Acuerdo a los Factores Ambientales*

---

| <b>Enunciados</b>   |
|---|
| <p><b>Nos aseguramos que los proveedores de elementos estructurales prefabricados:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Tengan una experiencia adecuada para la prestación de sus servicios</li><li>2. Sean flexibles con nuestras solicitudes de despacho de prefabricados</li><li>3. Implementen una sólida gestión de entrega</li><li>4. Implementen una sólida gestión de calidad</li></ol>   |
| <p><b>Con respecto al uso de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>5. Las empresas competidoras han implementado elementos estructurales prefabricados</li><li>6. La industria de la construcción ha implementado elementos estructurales prefabricados debido a la competencia entre empresas</li><li>7. Las organizaciones líderes de nuestra industria de la construcción están comprometidas con la adopción de elementos estructurales prefabricados</li></ol> |
| <p><b>Nuestra organización considera que los clientes de construcción:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>8. Influyen en el uso de elementos estructurales prefabricados</li><li>9. Están listos para hacer proyectos con elementos estructurales prefabricados</li><li>10. Exigen el uso de elementos estructurales prefabricados al hacer proyectos con ellos</li></ol>  |
| <p><b>Considero que:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>11. La estandarización de componentes podría influir positivamente en la adopción de elementos estructurales prefabricados</li><li>12. El apoyo del gobierno podría impulsar la adopción de elementos estructurales prefabricados</li><li>13. Hemos adoptado elementos estructurales prefabricados para poder contratar con el Estado</li></ol>  |
| <p><b>Considero que la adopción de elementos estructurales prefabricados:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>14. Reducirá las aglomeraciones dentro de la obra, necesarias por la pandemia</li><li>15. Ayudará a mantener el distanciamiento social en la obra, necesario por la pandemia</li><li>16. Mejorará la seguridad y salud de los trabajadores en época de pandemia</li></ol>   |
| <p><b>La organización tiene la intención de:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>17. Usar elementos estructurales prefabricados apenas sea posible</li><li>18. Usar elementos estructurales prefabricados en el próximo proyecto</li><li>19. Aprender a planificar proyectos usando elementos estructurales prefabricados</li></ol>   |
| <p><b>Considero que mi empresa:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>20. Ha adoptado elementos estructurales prefabricados en sus proyectos</li><li>21. Adopta elementos estructurales prefabricados en la mayoría de los proyectos</li><li>22. Hace negocios estratégicos con proveedores de prefabricados</li></ol>  |

---

Nota. La elaboración de estas preguntas se realizó adaptando algunas preguntas de los trabajos realizados por Chen et al. (2019), Oliveira et al. (2014) y Ramaswamy et al. (2015)

## **5.3 Recopilación de información**

### **5.3.1. Virtual**

La recopilación virtual se realizó a través de la red social LinkedIn porque este está dirigido más hacia un público profesional. En un primer momento, se creó invitaciones abiertas para que el público objetivo se interesara; para lograrlo, contratamos el servicio *premium* que brinda la plataforma. De este modo, cuando un usuario se interesaba le enviamos un mensaje por interno con la encuesta para que lo resuelva.

### **5.3.2. Presencial**

Para la recopilación de información se visitó proyectos de construcción ubicados en distintos distritos de Lima, por ejemplo, Miraflores, Barranco, San Miguel, Breña, Jesús María, San Isidro. Los entrevistados de manera presencial fueron ingenieros residentes, supervisores e ingenieros de calidad, entre otros. En algunos casos, los ingenieros estaban ocupados o, debido a la coyuntura de pandemia, no podían responder la encuesta en ese momento. En estos casos se les invito a participar de la encuesta digital mediante un enlace que los dirigía al formulario cuando ellos tuvieran tiempo de completarla.

**Figura 20**

*Diseño Dirigido al Público Objetivo del Estudio*

**Factores clave que influyen en la aceptación de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción**

El objetivo de este estudio es determinar los factores clave que determinan la adopción de prefabricados.

**Valoramos mucho tu opinión ¿Te gustaría participar? Sólo te tomará unos minutos.** Así podremos conocer juntos cuáles son los motores para dinamizar la industrialización en el sector de la construcción

☹️ ☹️ 😊 😊 😐

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    De acuerdo    Totalmente de acuerdo    No sé / No aplica

**¡Gracias por participar!**

#### **5.4. Procesamiento de la información**

El procedimiento que se siguió para procesar la información fueron los siguientes:

Exportar las respuestas que se obtuvieron del cuestionario a un archivo Excel para luego validar las respuestas. Para esto usamos el *software* IBM SPSS Statistics 21, el cual es una herramienta estadística de versión 2021.

El proceso de la información se realizó de manera meticulosa a través de los *softwares* mencionados.

## **CAPÍTULO 6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se tiene como objetivo dar cuenta de los factores que influye en la aceptación de elementos estructurales prefabricados. Asimismo, en base a las preguntas que se planteó en el formulario, analizamos los datos y a través del método correlacional llegamos a las conclusiones que daremos a conocer en el siguiente capítulo.

### **6.1. Análisis de la muestra**

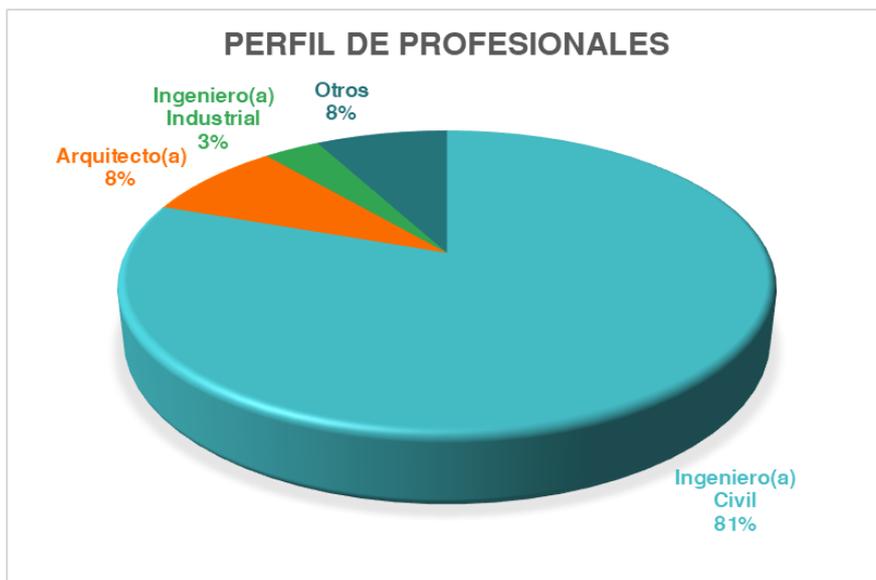
En esta sección se describen los resultados obtenidos de las encuestas durante un periodo estimado de 60 días. La información recolectada se organizó de la siguiente manera: tipos de profesionales: arquitectos, ingenieros, etc.; tipos de prefabricados que usan los profesionales: vigas, columnas, etc., incluso si es que no utilizaron ninguno de ellos; tipos de proyectos en donde se usó los prefabricados: edificaciones, centros comerciales, oficinas, puentes, etc.; el tamaño de las organizaciones en donde trabajan los encuestados: pequeña o mediana empresa; años de experiencia en la industria de la construcción; y años de experiencia trabajando con elementos de construcción prefabricados.

#### **6.1.1. Profesionales**

La encuesta fue respondida por 190 personas, de las cuales solo se consideró solo 179 porque los 11 restantes no respondieron de manera adecuada. Según la recolección de datos, los profesionales que pertenecen a la carrera de ingeniería civil representan aproximadamente el 81% de los encuestados; los profesionales de arquitectura e ingeniería industrial, el 8% y 3% respectivamente. De igual modo, se recogió el 8% son profesionales de otras ramas como ingenieros mecánicos, de seguridad y demás especialidades como se muestra en la figura 21.

**Figura 21**

*Gráfico Circular de los Profesionales Encuestados*

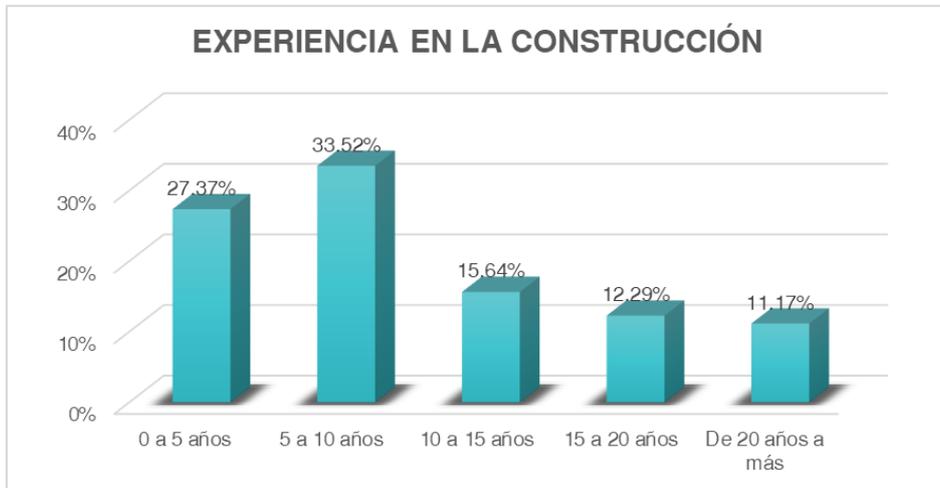


### **6.1.2. Experiencia en el sector de la construcción**

En la recolección de datos para este estudio se ha encontrado que un 33.52% de los encuestados tiene experiencia en el sector construcción entre 5 a 10 años; el 27.37% de encuestados, de 0 a 5 años; y el 15.64% y 12.29% entre 10 a 15 años y 15 a 20 años respectivamente. Solo el 11% tiene experiencia superior a 20 años. De acuerdo a la figura 22 la mayor parte de los profesionales que respondieron la encuesta cuenta con una experiencia de entre 5 a 10 años.

**Figura 22**

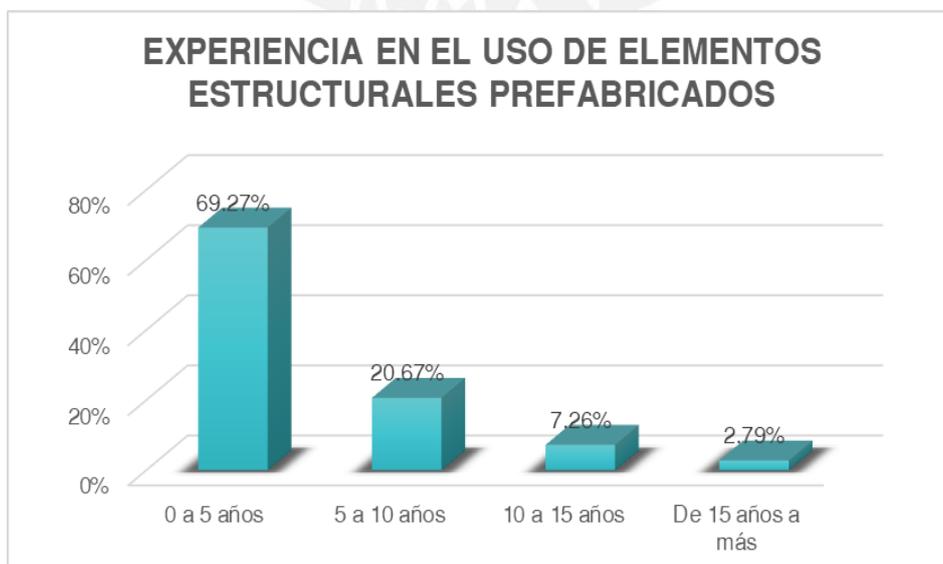
*Diagrama de Barras Sobre los Años de Experiencia de los Profesionales en la Construcción*



Asimismo, en la encuesta algunas preguntas estaban enfocadas en recolectar datos relacionados con los años de experiencia usando elementos estructurales prefabricados. En ese sentido, la figura 23 estos datos. Se puede observar que un 69.27% de los encuestados ha estado en contacto con los elementos estructurales entre 0 a 5 años.

**Figura 23**

*Diagrama de Barras acerca de los Años de Experiencia en el Uso de Elementos Estructurales Prefabricados en la Construcción*



### 6.1.3. Tipo de organización

Debido a la cantidad y diversidad de tipos de organizaciones que pueden interactuar en la realización de un proyecto, se separó a los profesionales en grupos de acuerdo al tipo de organización en la que trabajan. En la figura 24 se puede observar que el 58% de encuestados labora en una empresa constructora; el 17% trabajan en organizaciones dedicadas a la gerencia de proyectos. En esta investigación nos enfocamos en empresas constructoras porque son ellas las que usan en mayor medida elementos estructurales de construcción prefabricados por temas de tiempo, ahorro en costo y calidad.

**Figura 24**

*Gráfico Circular de Acuerdo al Tipo de Empresa al que Pertenecen los Encuestados*



### 6.1.4. Tamaño de la organización

Para determinar el tamaño de la organización, se preguntó acerca del número de personas que laboran en la organización, sin considerar al staff obrero. En la figura 25 se puede observar que el alrededor del 32% de profesionales pertenecen a una microempresa; el 30%, a una empresa pequeña; el 20 %, a una mediana empresa; y el 18 %, a una gran empresa. Más de la mitad de encuestados trabajan en una micro o pequeña empresa.

**Figura 25**

*Gráfico Circular de Acuerdo al Tamaño de la Organización al que Pertenecen los Encuestados*

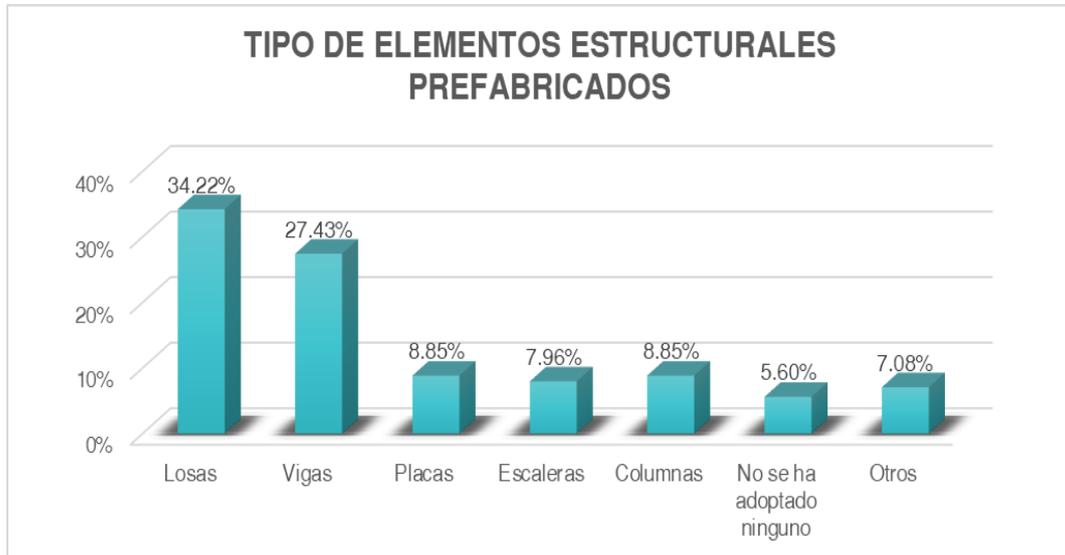


### **6.1.5. Tipos de prefabricados**

En relación al respecto al uso de elementos estructurales prefabricados usados en las organizaciones, como se muestra en la figura 26 mediante un diagrama de barras, se puede afirmar que el 34.22% de los encuestados reconoce haber estado vinculado con el uso de losas estructurales prefabricadas; un 27.43% ha usado vigas estructurales prefabricadas, en menor porcentajes se puede apreciar el uso de placas, escaleras y columnas estructurales prefabricadas. De igual forma el 7.08% de los profesionales señala haber usado algún otro tipo de elemento estructural prefabricado mientras que el 5.6% indica aún no haber usado algún tipo de elemento estructural prefabricado en su organización.

**Figura 26**

*Diagrama de Barras sobre el Uso de Prefabricados en la Industria de la Construcción*



#### **6.1.6. Tipo de proyectos**

Con respecto al uso de elementos estructurales prefabricados, de acuerdo al tipo de proyecto de construcción en los que estuvieron presentes, se puede afirmar que cerca del 26.72 % de encuestados afirma haber usado elementos estructurales prefabricados en la construcción de edificios multifamiliares; un 15.23% de encuestados afirma haber usado los elementos estructurales prefabricados en edificios de oficinas u uso mixto. Cabe señalar que los elementos estructurales prefabricados han estado presentes en todos los proyectos estudiados por el autor, como se muestra en la figura 27.

**Figura 27**

*Diagrama de Barras sobre el Uso de Prefabricados de Acuerdo al Tipo de Proyecto*



## **6.2. Análisis estadístico correlacional**

En esta sección se presenta el análisis estadístico de confiabilidad del instrumento y el análisis inferencial de los factores propuestos en el modelo de aceptación.

### **6.2.1. Análisis de confiabilidad**

El análisis de confiabilidad se hizo mediante la aplicación del coeficiente Alfa de Cronbach, el cual mide el grado de precisión que han tenido las preguntas y se mide mediante el grado de coincidencia que han tenido los diferentes encuestados al responder una pregunta.

En la Tabla 8 se calculó el Alfa de Cronbach de cada variable de acuerdo a la cantidad de sus *ítems*. Se pudo observar que 9 de las 13 variables obtuvo un coeficiente superior a 0.70. Este resultado, según la interpretación de Celina & Campo (2005), tiene confiabilidad de aceptable a alta de acuerdo al valor específico de cada variable.

Por tanto, se puede afirmar que las variables CJ, CO y ER obtuvieron una confiabilidad baja porque tiene coeficientes menores a 0.70, mientras que las variables VR, CP, EE,

AG, SSC, PCom, PCli, IU y Adop tienen una confiabilidad aceptable por presentar valores entre 0.7 y 0.9; y las variables COVID presentaron una confiabilidad alta por tener valores por encima de 0.9.

**Tabla 8**

*Análisis de Confiabilidad de los Factores del Cuestionario*

| <b>Factores</b>                     | <b>N válido</b> | <b>Alfa de Cronbach</b> | <b>Número de Ítems</b> |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|
| <b>Tecnológicos</b>                 |                 |                         |                        |
| Ventaja Relativa (VR)               | 160             | 0.891                   | 4                      |
| Compatibilidad (CP)                 | 163             | 0.785                   | 3                      |
| Complejidad (CJ)                    | 175             | 0.574                   | 3                      |
| <b>Organizacionales</b>             |                 |                         |                        |
| Competencia Organizacional (CO)     | 149             | 0.593                   | 3                      |
| Entrenamiento y Educación (EE)      | 145             | 0.895                   | 3                      |
| Soporte de la Alta Gerencia (AG)    | 162             | 0.855                   | 3                      |
| <b>Ambientales</b>                  |                 |                         |                        |
| Soporte de Socios Comerciales (SSC) | 163             | 0.897                   | 4                      |
| Presión Competitiva (PCom)          | 170             | 0.789                   | 3                      |
| Presión del Cliente (PCli)          | 164             | 0.833                   | 3                      |
| Entorno Regulatorio (ER)            | 133             | 0.625                   | 3                      |
| COVID-19 (COVID)                    | 166             | 0.934                   | 3                      |
| Intención (IU)                      | 155             | 0.875                   | 3                      |
| Adopción (Adop)                     | 157             | 0.820                   | 3                      |

Nota. La tabla presenta los valores de alfa de Cronbach para cada factor de acuerdo al número de *ítems*, en donde los números entre paréntesis representan la cantidad efectiva de respuestas sin considerar a la opción "No sabe / No aplica".

### **6.2.2. Correlación bilateral por Rho de Spearman**

En esta sección se muestran los resultados obtenidos para la correlación de Spearman de una muestra de 179 encuestados. Esto para verificar si existe una relación lineal significativa entre los factores propuestos. Este cálculo numérico se hizo con apoyo del software estadístico SPSS, en donde cada variable o factor fue representado por el promedio simple de los valores numéricos obtenidos en sus respectivas preguntas o *ítems*. Por ejemplo, el valor numérico que representa al factor VR fue obtenido mediante promedio simple de VR1, VR2 VR3 y VR4. De esta manera, con la cantidad de

encuestados se forma una columna que representa al factor VR, la cual puede ser correlacionada con otra columna que represente a otro factor.

En la tabla 9 se muestran todas las variables o factores de este estudio. Se puede observar que en la intersección de ambos factores se encuentra un recuadro que contiene tanto el valor del coeficiente Rho de Spearman como el valor que indica la probabilidad que la hipótesis alternativa sea válida.

En relación con este punto se puede afirmar que los factores CP, AG, PCom, COVID mantienen una validez muy significativa, con una correlación positiva moderada con respecto al variable IU; mientras que los factores PCom e PClí mantienen una validez muy significativa con una correlación positiva moderada con el variable Adop.

En tanto, los factores VR, CO, EE, SSC, PClí, ER mantienen una validez muy significativa con una correlación positiva baja con respecto a la variable IU; mientras que los factores CP, CO, EE, AG, SSC, ER, COVID mantienen una relación muy significativa con una correlación positiva baja con la variable Adop.

Asimismo, cabe resaltar que el factor CJ tiene una correlación no significativa con respecto a las variables IU y Adop.

**Tabla 9**

*Análisis Correlacional de Spearman*

| Factores                            | VR             | CP               | CJ              | CO               | EE               | AG               | SSC               | PCom             | PCli             | ER               | COVID            | IU               | Adop             |
|-------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Ventaja Relativa (VR)               | 1.000<br>0.000 | 0.350**<br>0.000 | -0.056<br>0.460 | 0.174*<br>0.022  | 0.123<br>0.120   | 0.255**<br>0.001 | 0.192*<br>0.012   | 0.176*<br>0.020  | 0.121<br>0.110   | 0.236**<br>0.002 | 0.331**<br>0.000 | 0.209*<br>0.007  | 0.130<br>0.092   |
| Compatibilidad (CP)                 |                | 1.000<br>0.000   | -0.081<br>0.281 | 0.508**<br>0.000 | 0.346**<br>0.000 | 0.398**<br>0.000 | 0.252**<br>0.001  | 0.274**<br>0.000 | 0.328**<br>0.000 | 0.291**<br>0.000 | 0.298**<br>0.000 | 0.419**<br>0.000 | 0.367**<br>0.000 |
| Complejidad (CJ)                    |                |                  | 1.000<br>0.000  | -0.065<br>0.392  | -0.087<br>0.271  | -0.095<br>0.216  | -0.198**<br>0.010 | -0.081<br>0.287  | 0.046<br>0.541   | -0.072<br>0.339  | -0.138<br>0.068  | -0.111<br>0.150  | -0.005<br>0.948  |
| Competencia Organizacional (CO)     |                |                  |                 | 1.000<br>0.000   | 0.500**<br>0.000 | 0.444**<br>0.000 | 0.200**<br>0.009  | 0.163*<br>0.034  | 0.244**<br>0.001 | 0.234**<br>0.002 | 0.284**<br>0.000 | 0.293**<br>0.000 | 0.200**<br>0.010 |
| Entrenamiento y Educación (EE)      |                |                  |                 |                  | 1.000<br>0.000   | 0.373**<br>0.000 | 0.091<br>0.258    | 0.208*<br>0.008  | 0.301**<br>0.000 | 0.111**<br>0.160 | 0.192*<br>0.015  | 0.312**<br>0.000 | 0.270**<br>0.001 |
| SopORTE de la Alta Gerencia (AG)    |                |                  |                 |                  |                  | 1.000<br>0.000   | 0.322**<br>0.000  | 0.212**<br>0.006 | 0.310**<br>0.000 | 0.247**<br>0.001 | 0.276**<br>0.000 | 0.389**<br>0.000 | 0.367**<br>0.000 |
| SopORTE de Socios Comerciales (SSC) |                |                  |                 |                  |                  |                  | 1.000<br>0.000    | 0.340**<br>0.000 | 0.261**<br>0.001 | 0.290*<br>0.000  | 0.297**<br>0.000 | 0.303**<br>0.000 | 0.193**<br>0.012 |
| Presión Competitiva (PCom)          |                |                  |                 |                  |                  |                  |                   | 1.000<br>0.000   | 0.414**<br>0.000 | 0.258**<br>0.001 | 0.276**<br>0.000 | 0.412**<br>0.000 | 0.499**<br>0.000 |
| Presión del Cliente (PCli)          |                |                  |                 |                  |                  |                  |                   |                  | 1.000<br>0.000   | 0.318**<br>0.000 | 0.277**<br>0.000 | 0.432**<br>0.000 | 0.548**<br>0.000 |
| Entorno Regulatorio (ER)            |                |                  |                 |                  |                  |                  |                   |                  |                  | 1.00<br>0.000    | 0.483**<br>0.000 | 0.410**<br>0.000 | 0.180*<br>0.018  |
| COVID-19 (COVID)                    |                |                  |                 |                  |                  |                  |                   |                  |                  |                  | 1.000<br>0.000   | 0.493**<br>0.000 | 0.283**<br>0.000 |
| Intención de Uso (IU)               |                |                  |                 |                  |                  |                  |                   |                  |                  |                  |                  | 1.000<br>0.000   | 0.535**<br>0.000 |
| Adopción de Prefabricados (Adop)    |                |                  |                 |                  |                  |                  |                   |                  |                  |                  |                  |                  | 1.000<br>0.000   |

Nota. \*\*La correlación es muy significativa en el nivel 0.01 \*(Bilateral). \*La correlación es significativa en el nivel 0.05 (Bilateral).

CS: Coeficiente Rho de Spearman

CS: Muy fuerte (+/-0.90 a +/-1.00), Fuerte (+/-0.70 a +/-0.89), Moderada (+/-0.40 a +/-0.69), Baja (+/-0.10 a +/-0.39), Muy baja (+/-0.00 a +/-0.10)

### 6.3. Análisis estadístico descriptivo

En esta sección interpreta los resultados obtenidos por medio de la aplicación de la encuesta. Esto se realiza por medio de tablas y gráficos que describen alguna tendencia o peculiaridad de los datos.

Esta etapa se hace interpretando factor por factor, de modo tal que cada una pueda ser estudiada a profundidad a través de sus *ítems* propuestos. Los *ítems* son analizados de acuerdo a su media ( $\bar{X}$ ), mediana (Me), desviación estándar ( $\sigma$ ) y curtosis (K).

#### 6.3.1. Ventaja Relativa (VR)

En este grupo de *ítems* de la variable Ventaja Relativa (VR) se puede observar que la mayoría de encuestados están de acuerdo con los *ítems* VR2 ( $\bar{X} = 3.65$ ; Me = 4;  $\sigma = 0.79$ ; K = 5.48). y VR4 ( $\bar{X} = 3.45$ ; Me = 4;  $\sigma = 0.75$ ; K = 2.74). El 93.1% considera que los elementos estructurales prefabricados aumentan la productividad; en cambio, 93.2% considera que estos aumentan la productividad y mejoran la competitividad frente a los precios que ofrecen otras constructoras. Además, se puede observar que la distribución de datos describe desviaciones estándar menores y curtosis elevadas superiores a cero. esto indica la acumulación de los datos alrededor de las medias de 3.65 y 3.45 respectivamente.

Según la tabla 10, el *ítem* VR1 ( $\bar{X} = 3.18$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.68$ ; K = 1.05) señala que los elementos estructurales prefabricados aumentan la seguridad durante la construcción; en cambio, VR3 ( $\bar{X} = 3.36$ ; Me = 4;  $\sigma = 0.81$ ; K = 2.06) mejora la calidad de las operaciones.

El *ítem* VR1 tiene un porcentaje de aceptación de 89.1%; el *ítem* VR3 tiene un porcentaje de aceptación del 91.5%. En relación con estos resultados, se puede afirmar que los *ítems*

obtuvieron desviaciones estándar bajas y curtosis mayores a cero. Esto indica cierta acumulación de los datos en una misma respuesta como se visualiza en la figura 28.

**Tabla 10**

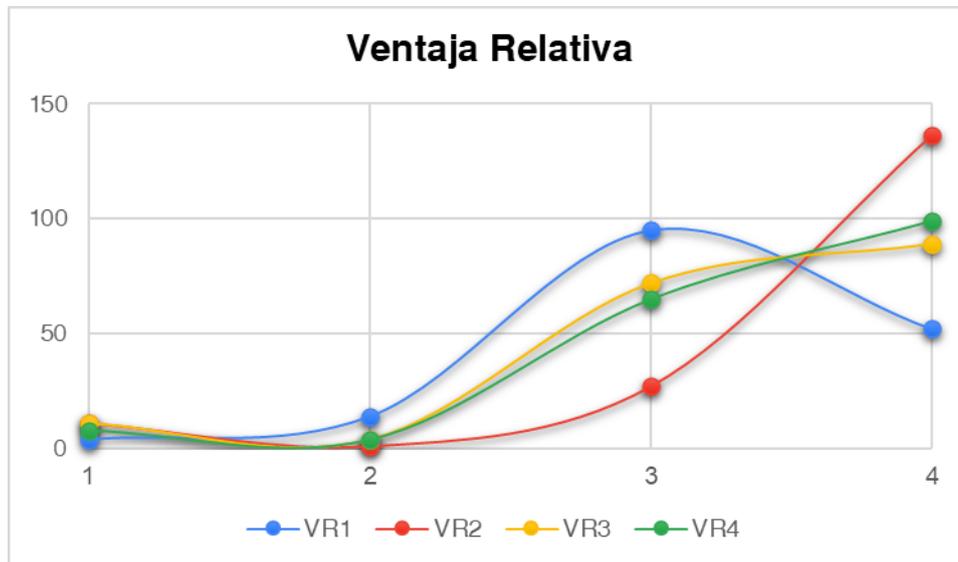
*Estadística Descriptiva para los Ítems de Ventaja Relativa*

| <b>Considero que el uso de elementos estructurales prefabricados nos permite:</b> | <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b>    | <b>4</b>     | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>Me</b> | <b><math>\sigma</math></b> | <b>K</b> |
|---|------------|------------|-------------|--------------|-----------------------------|-----------|----------------------------|----------|
| <b>Aumentar la seguridad en obra (VR1). (n=165)</b>                               | 4<br>2.4%  | 14<br>8.5% | 95<br>57.6% | 52<br>31.5%  | 3.18                        | 3         | 0.68                       | 1.05     |
| <b>Aumentar la productividad (VR2). (n=175)</b>                                   | 11<br>6.3% | 1<br>0.6%  | 27<br>15.4% | 136<br>77.7% | 3.65                        | 4         | 0.79                       | 5.48     |
| <b>Mejorar la calidad de nuestras operaciones (VR3). (n=176)</b>                  | 11<br>6.3% | 4<br>2.3%  | 72<br>40.9% | 89<br>50.6%  | 3.36                        | 4         | 0.81                       | 2.06     |
| <b>Mejorar la competitividad (VR4). (n=176)</b>                                   | 8<br>4.5%  | 4<br>2.3%  | 65<br>36.9% | 99<br>56.3%  | 3.45                        | 4         | 0.75                       | 2.74     |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K > 0$ ); Mesocúrtica ( $K = 0$ ); Platicúrtica ( $K < 0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 28**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Ventaja Relativa*



### 6.3.2. Compatibilidad (CP)

De acuerdo a la forma actual de trabajar de los involucrados en proyectos de construcción se obtuvieron las siguientes valoraciones sobre los *ítems* de la variable Compatibilidad. Según la tabla 11, el *ítem* CP1 ( $\bar{X} = 3.08$ ,  $Me = 3$ ,  $\sigma = 0.74$ ,  $K = 0.48$ ) mide si los elementos estructurales son compatibles con la madurez digital de la empresa en referencia a los softwares de diseño estructural afirman que los y arquitectónico como Robot Revit, Tekla entre otros; CP2 ( $\bar{X} = 3.26$ ,  $Me = 3$ ,  $\sigma = 0.76$ ,  $K = 1.42$ ) mide la facilidad de instalar en obra; y CP3 ( $\bar{X} = 3.12$ ,  $Me = 3$ ,  $\sigma = 0.77$ ,  $K = 1.32$ ), si están alineados con las practicas existentes en la empresa. Estos tienen una aceptación de 83.1%, 89.9 y de 87.6% respectivamente.

Asimismo, se puede aseverar que los *ítems* de CP1, CP2 y CP3 tienen desviaciones bajas y curtosis elevadas. Esto indica una concentración de las respuestas alrededor de las medias como se muestra en la figura 29.

**Tabla 11**

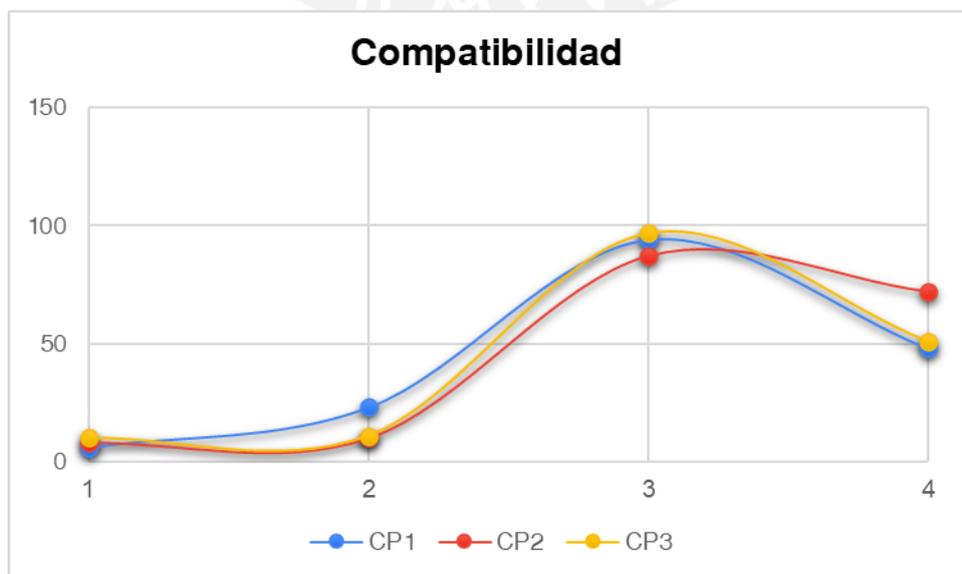
*Estadística Descriptiva para los Ítems de Compatibilidad*

| Considero que los elementos estructurales prefabricados:                         | 1          | 2           | 3           | 4           | $\bar{X}$ | Me | $\sigma$ | K    |
|--|------------|-------------|-------------|-------------|-----------|----|----------|------|
| <b>Son compatibles con la madurez digital de la empresa (CP1). (n=171)</b>       | 6<br>3.5%  | 23<br>13.5% | 94<br>55%   | 48<br>28.1% | 3.08      | 3  | 0.74     | 0.48 |
| <b>Son fáciles de instalar en obra (CP2). (n=177)</b>                            | 8<br>4.5%  | 10<br>5.6%  | 87<br>49.2% | 72<br>40.7% | 3.26      | 3  | 0.76     | 1.42 |
| <b>Están alineados con las prácticas existentes de la empresa (CP3). (n=169)</b> | 10<br>5.9% | 11<br>6.5%  | 97<br>57.4% | 51<br>30.2% | 3.12      | 3  | 0.77     | 1.32 |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K > 0$ ); Mesocúrtica ( $K = 0$ ); Platicúrtica ( $K < 0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 29**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Compatibilidad*



### 6.3.3. Complejidad (CJ)

Conforme a la dificultad u obstáculos que supone el uso de los elementos prefabricados estructurales a los involucrados en proyectos de construcción, se presenta la variable Complejidad. Según los resultados, la mayoría de encuestado no está de acuerdo en que sea difícil y haya obstáculos al usar de los elementos estructurales prefabricados. Se evidencia una clara tendencia hacia la escala ordinal 2.

Según la tabla 12, el ítem CJ2 ( $\bar{X} = 1.83$ ; Me = 2;  $\sigma = 0.57$ ; K = 2.52) indica si el uso de elementos prefabricados genera dificultad por el tiempo en que se ocupan en la instalarlos; en cambio, el ítem CJ3 ( $\bar{X} = 1.89$ ; Me = 2;  $\sigma = 0.66$  K = 1.66), si son difíciles de integrar con la metodología de trabajo. Los resultados arrojan un porcentaje de aceptación de 94.4% y 89.3% respectivamente, es decir. Los encuestados no están de acuerdo en que los elementos estructurales prefabricados sean difíciles de usar.

Asimismo, la distribución de datos recolectados nos indica poca desviación con respecto a la media y una curtosis positiva que indica un apuntalamiento alrededor de la escala ordinal 2. El ítem CJ1 ( $\bar{X} = 2.21$ ; Me = 2;  $\sigma = 0.89$  K = -0.51) indica que la mayoría de encuestados no está de acuerdo en que estos elementos prefabricados generen retrasos por entregas tardías. La curtosis negativa indica cierta dispersión de las respuestas alrededor de la escala ordinal 2 y se puede observar en la figura 30.

**Tabla 12**

*Estadística Descriptiva para los Ítems de Complejidad*

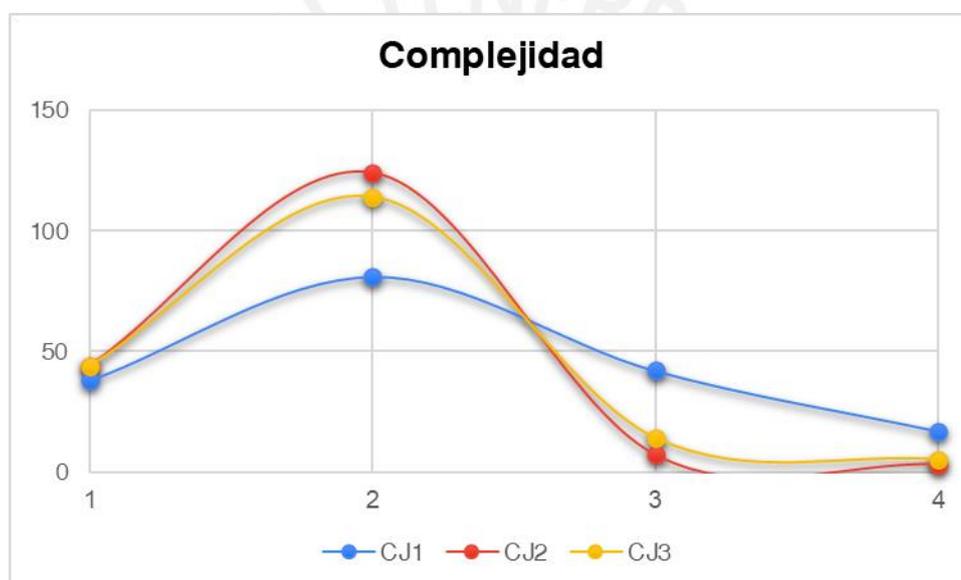
| Considero que los elementos estructurales prefabricados:                | 1           | 2            | 3           | 4          | $\bar{X}$ | Me | $\sigma$ | K     |
|---|-------------|--------------|-------------|------------|-----------|----|----------|-------|
| <b>Nos exponen a retrasos en obra por entregas tardías (CJ1). (178)</b> | 38<br>21.3% | 81<br>45.5%  | 42<br>23.6% | 17<br>9.6% | 2.21      | 2  | 0.89     | -0.51 |
| <b>Ocupan mucho tiempo para instalar (CJ2). (n=178)</b>                 | 44<br>24.7% | 124<br>69.7% | 7<br>3.9%   | 3<br>1.7%  | 1.83      | 2  | 0.57     | 2.52  |
| <b>Son difíciles de integrar con la metodología actual</b>              | 44<br>24.9% | 114<br>64.4% | 14<br>7.9%  | 5<br>2.8%  | 1.89      | 2  | 0.66     | 1.66  |

**del trabajo (CJ3).**  
**(n=177)**

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K>0$ ); Mesocúrtica ( $K=0$ ); Platicúrtica ( $K<0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 30**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Complejidad*



#### **6.3.4. Competencia Organizacional (CO)**

Un aspecto importante en una organización son las aptitudes u habilidades de los involucrados en la ejecución de un proyecto de construcción con respecto al uso de elementos de construcción prefabricados. Según la tabla 13, ítem CO1 ( $\bar{X} = 3.05$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.70$ ;  $K = 0.82$ ) indica si las empresas contratan personal capacitado en el uso de prefabricados; el ítem CO3 ( $\bar{X} = 2.86$ , Me = 3,  $\sigma = 0.70$   $K = 0.44$ ) indica si las empresas destinan recursos económicos para la adecuada e implementación de estos elementos prefabricados. Los resultados arrojan que el 84.2% y 75.1% respectivamente. Esto demuestra que las empresas están comprometidas con el uso de estos elementos prefabricados.

El ítem CO2 ( $\bar{X} = 2.71$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.82$ ; K = -0.58) mide si las organizaciones cuentan con los softwares necesarios para la implementación elementos estructurales prefabricados. La encuesta arroja un porcentaje de aceptación del 59.9% con una curtosis negativa que se evidencia en la dispersión acentuada descrita en la figura 31.

**Tabla 13**

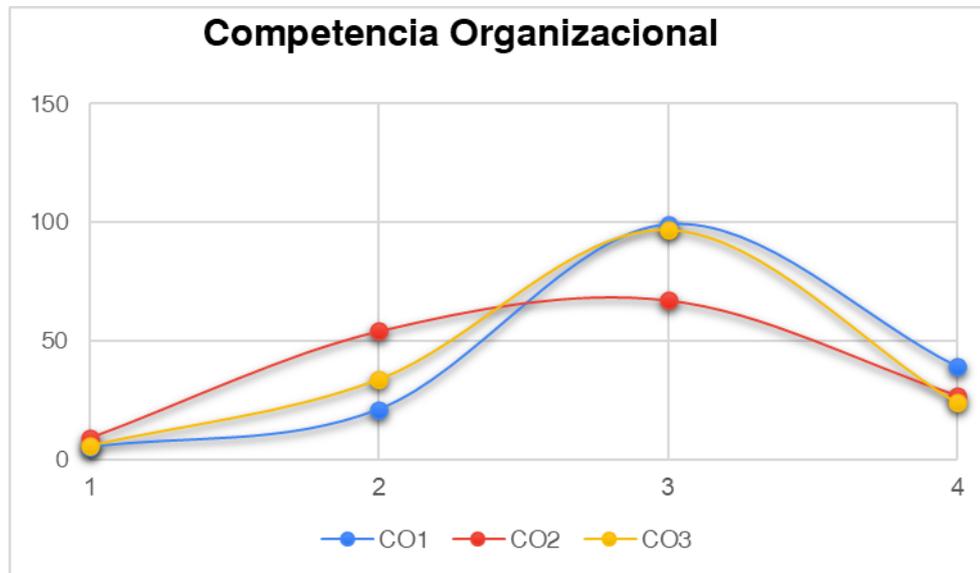
*Estadística Descriptiva para los Ítems de Competencia Organizacional*

| <b>Con respecto al uso de elementos estructurales prefabricados, nuestra organización:</b>                    | <b>1</b>  | <b>2</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>Me</b> | <b><math>\sigma</math></b> | <b>K</b> |
|---|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------|----------------------------|----------|
| <b>Contrata personal con conocimientos de prefabricados (CO1). (n=164)</b>                                    | 5<br>3%   | 21<br>12.8% | 99<br>60.4% | 39<br>23.8% | 3.05                        | 3         | 0.70                       | 0.82     |
| <b>Cuenta con el software necesario para implementar elementos estructurales prefabricados (CO2). (n=157)</b> | 9<br>5.7% | 54<br>34.4% | 67<br>42.7% | 27<br>17.2% | 2.71                        | 3         | 0.82                       | -0.58    |
| <b>Destina recursos económicos para implementar prefabricados (CO3). (n=161)</b>                              | 6<br>3.7% | 34<br>21.1% | 97<br>60.2% | 24<br>14.9% | 2.86                        | 3         | 0.70                       | 0.44     |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica (K>0); Mesocúrtica (K=0); Platicúrtica (K<0). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 31**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Competencia Organizacional*



### 6.3.5. Entrenamiento y educación (EE)

Dentro de los resultados de la variable Educación y Entrenamiento se obtuvo una aprobación cercana del 80% para los ítems EE2 ( $\bar{X} = 3.01$ , Me = 3,  $\sigma = 0.79$ , K = 0.59) y EE3 ( $\bar{X} = 3.03$ , Me = 3,  $\sigma = 0.82$ , K = 0.37) los cuales indican que la mayoría de los que participaron en este estudio percibieron una mejora sustancial luego de pasar por un programa de capacitación sobre el uso de los prefabricados, y les brindó confianza al usarlos.

Por otro lado, en la tabla 14 se puede señalar que el ítem EE1 ( $\bar{X} = 2.59$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.92$ ; K = - 0.73) mide si la empresa realizó una capacitación completa en el uso de los elementos prefabricados. Tuvo una aprobación de alrededor del 51.9%. Se evidencia que este ítem se distingue de los otros dos por presentar una curtosis negativa, la cual mostrada en la figura 32.

**Tabla 14**

*Estadística Descriptiva para los Ítems de Entrenamiento y Educación*

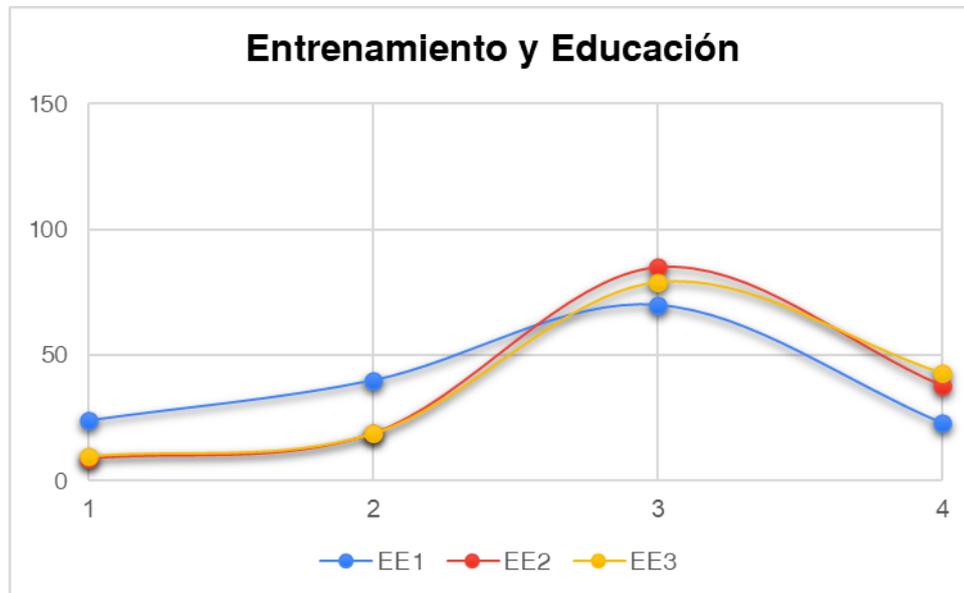
| Con respecto a mi capacitación sobre los elementos estructurales |   |   |   |   | $\bar{X}$ | Me | $\sigma$ | K |
|--|---|---|---|---|-----------|----|----------|---|
|  | 1 | 2 | 3 | 4 |           |    |          |   |
|  |   |   |   |   |           |    |          |   |

|   |             |             |             |             |      |   |      |       |  |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|------|---|------|-------|--|
| <b>prefabricados, considero que:</b>  |             |             |             |             |      |   |      |       |  |
| <b>Mi empresa me brindó una capacitación completa sobre el uso de prefabricados (EE1). (n=157)</b>  | 24<br>15.3% | 40<br>25.5% | 70<br>44.6% | 23<br>14.6% | 2.59 | 3 | 0.92 | -0.73 |  |
| <b>Mi nivel de comprensión mejoró sustancialmente después de pasar por un programa de capacitación sobre el uso de prefabricados (EE2). (n=151)</b> | 9<br>6.0%   | 19<br>12.6% | 85<br>56.3% | 38<br>25.2% | 3.01 | 3 | 0.79 | 0.59  |  |
| <b>La capacitación me brindó confianza para el uso de prefabricados (EE3). (n=151)</b>  | 10<br>6.6%  | 19<br>12.6% | 79<br>52.3% | 43<br>28.5% | 3.03 | 3 | 0.82 | 0.37  |  |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K > 0$ ); Mesocúrtica ( $K = 0$ ); Platicúrtica ( $K < 0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 32**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Entrenamiento y Educación*



### 6.3.6. Soporte de la Alta gerencia (AG)

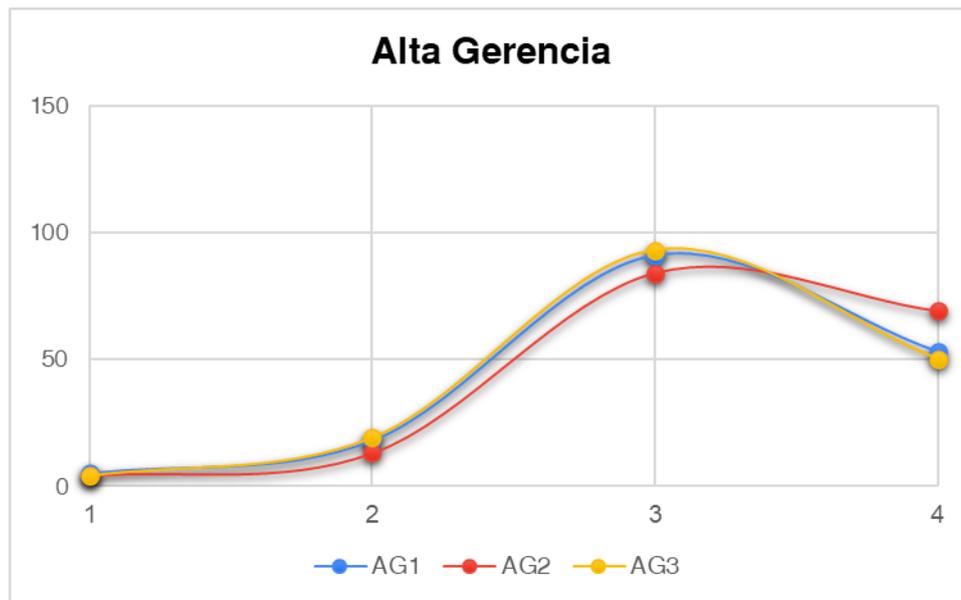
En el interior de una organización los responsables de impulsar la implementación de nuevas tecnologías son los directivos de Alta gerencia, los cuales se encargan de la tomar una serie de decisiones para capacitar constantemente a su equipo de personas y mejorar la aplicación de sus proyectos. Esto se puede describir a través de los siguientes *ítems*: AG1 ( $\bar{X} = 3.15$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.73$ ; K = 0.70) indica si Alta gerencia se involucra en el proceso de innovación de los elementos estructurales prefabricados; AG2 ( $\bar{X} = 3.28$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.71$ ; K = 0.94) indica si la Alta gerencia ve como una alternativa estratégica el uso de elementos estructurales prefabricados; y AG3 ( $\bar{X} = 3.14$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.7$ ; K = 0.60) indica si la Alta gerencia asume los riesgos asociados que pudiesen significar la adopción de este tipo de elementos prefabricados. La tendencia estadística es favorable hacia la implementación de elementos estructurales prefabricados, la cual se puede apreciar y describir en la tabla 15 y figura 33 respectivamente.

**Tabla 15***Estadística Descriptiva para los Ítems de Alta Gerencia*

| <b>En relación a los elementos estructurales prefabricados, la gerencia:</b>    | <b>1</b>  | <b>2</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>Me</b> | <b><math>\sigma</math></b> | <b>K</b> |
|---|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------|----------------------------|----------|
| <b>Se involucra en el proceso de innovación (AG1). (n=167)</b>                  | 5<br>3.0% | 18<br>10.8% | 91<br>54.5% | 53<br>31.7% | 3.15                        | 3         | 0.73                       | 0.70     |
| <b>Considera que la adopción de prefabricados es estratégica (AG2). (n=170)</b> | 4<br>2.4% | 13<br>7.6%  | 84<br>49.4% | 69<br>40.6% | 3.28                        | 3         | 0.71                       | 0.94     |
| <b>Asume riesgos asociados a la adopción de prefabricados (AG3). (n=166)</b>    | 4<br>2.4% | 19<br>11.4% | 93<br>56.0% | 50<br>30.1% | 3.14                        | 3         | 0.7                        | 0.60     |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K > 0$ ); Mesocúrtica ( $K = 0$ ); Platicúrtica ( $K < 0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 33***Gráfica de Distribución para los Ítems de Alta Gerencia*



### 6.3.7. Soporte de Socios Comerciales (SSC)

En relación a la variable Soporte de Socios Comerciales, los resultados dan a conocer que el prestigio de las empresas proveedoras (experiencia y calidad con elementos prefabricados con anteriores empresas) influye en la seguridad y confianza para que más empresas constructoras adquieran estos elementos.

Este hecho se sustenta los resultados de los ítems SSC1 ( $\bar{X} = 3.47$ ; Me = 4;  $\sigma = 0.67$ , K = 1.73), SSC2 ( $\bar{X} = 3.34$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.62$ ; K = 1.94), SSC3 ( $\bar{X} = 3.50$ ; Me = 4;  $\sigma = 0.67$ ; K = 2.68); y SSC4 ( $\bar{X} = 3.57$ ; Me = 4;  $\sigma = 0.64$ ; K = 4.03). Esto da a entender que los involucrados en un proyecto de construcción identifican ciertas características importantes en diferentes proveedores para llegar a un acuerdo con alguno de ellos.

En base a los resultados de esta variable, es posible afirmar que aproximadamente el 90% de los encuestados considera que es importante que los proveedores de elementos estructurales prefabricados tengan implementada una sólida gestión de calidad y de entrega para no exponer el proyecto a entregas tardías que puedan perjudicar la planificación del proyecto; también se menciona que es importante que tengan una experiencia apropiada y sean flexibles con las solicitudes de despacho. Según la tabla 14, los resultados tienen desviaciones menores a 1 y curtosis positivas, las cuales son mostradas en la figura 34.

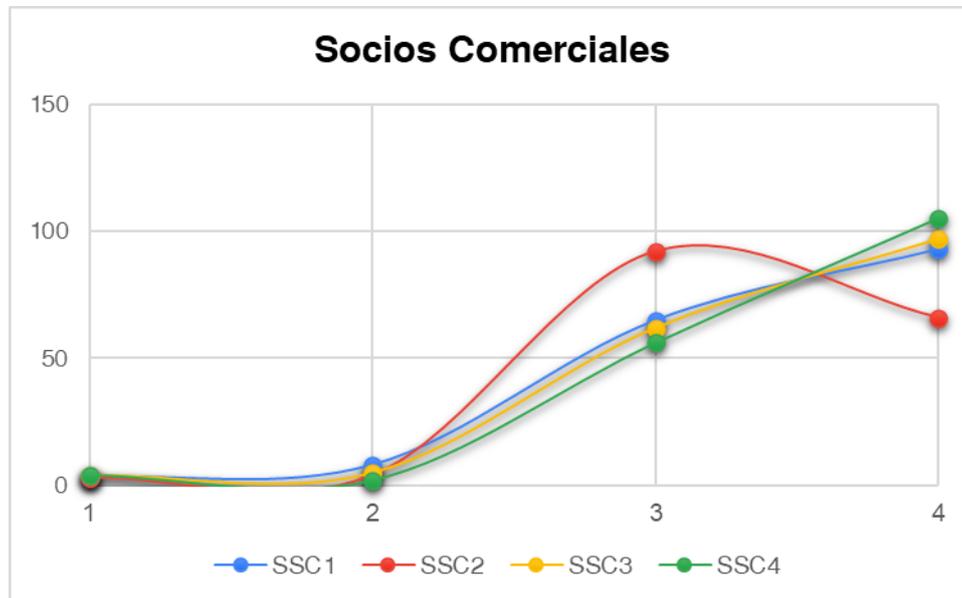
**Tabla 16***Estadística Descriptiva para los Ítems de Socios Comerciales*

| <b>Nos aseguramos que los proveedores de elementos estructurales prefabricados:</b>         | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>3</b>    | <b>4</b>     | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>Me</b> | <b><math>\sigma</math></b> | <b>K</b> |
|---|-----------|-----------|-------------|--------------|-----------------------------|-----------|----------------------------|----------|
| <b>Tengan una experiencia adecuada para la prestación de sus servicios (SSC1). (n=169)</b>  | 3<br>1.8% | 8<br>4.7% | 65<br>38.5% | 93<br>55.0%  | 3.47                        | 4         | 0.67                       | 1.73     |
| <b>Sean flexibles con nuestras solicitudes de despacho de prefabricados (SSC2). (n=165)</b> | 3<br>1.8% | 4<br>2.4% | 92<br>55.8% | 66<br>40.0%  | 3.34                        | 3         | 0.62                       | 1.94     |
| <b>Implementen una sólida gestión de entrega (SSC3). (n=168)</b>                            | 4<br>2.4% | 5<br>3.0% | 62<br>36.9% | 97<br>57.7%  | 3.50                        | 4         | 0.67                       | 2.68     |
| <b>Implementen una sólida gestión de calidad (SSC4). (n=167)</b>                            | 4<br>2.4% | 2<br>1.2% | 56<br>33.5% | 105<br>62.9% | 3.57                        | 4         | 0.64                       | 4.03     |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K > 0$ ); Mesocúrtica ( $K = 0$ ); Platicúrtica ( $K < 0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 34**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Socios Comerciales*



### **6.3.8. Presión Competitiva (PCom)**

Actualmente, la PCom es un factor que influye en la decisión de las empresas con respecto al uso de nuevas tecnologías como los elementos estructurales prefabricados porque esto las convierte más competitivas en el mercado. Los resultados de la encuesta refuerzan lo mencionado, pues los *ítems* PCom1 ( $\bar{X} = 3.25$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.62$ ; K = 1.57), PCom2 ( $\bar{X} = 3.22$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.69$ ; K = 0.52) y PCom3 ( $\bar{X} = 3.28$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.63$ ; K = 0.04) de la variable Presión Competitiva demuestra que alrededor del 90% de los encuestados admitió haber implementado elementos estructurales prefabricados debido a la necesidad de competir en el mercado y de enfrentarse en mejores condiciones de tiempo y costos con empresas competidoras. Por otro lado, las organizaciones líderes están convencidas de que la adopción de elementos estructurales prefabricados les dará mejores resultados.

Asimismo, a nivel estadístico se puede apreciar que los 3 ítems tienen desviaciones pequeñas menores a 1 y curtosis positivas. Esto señala el grado de preferencia hacia una misma respuesta como se puede ver en la figura 35.

**Tabla 17**

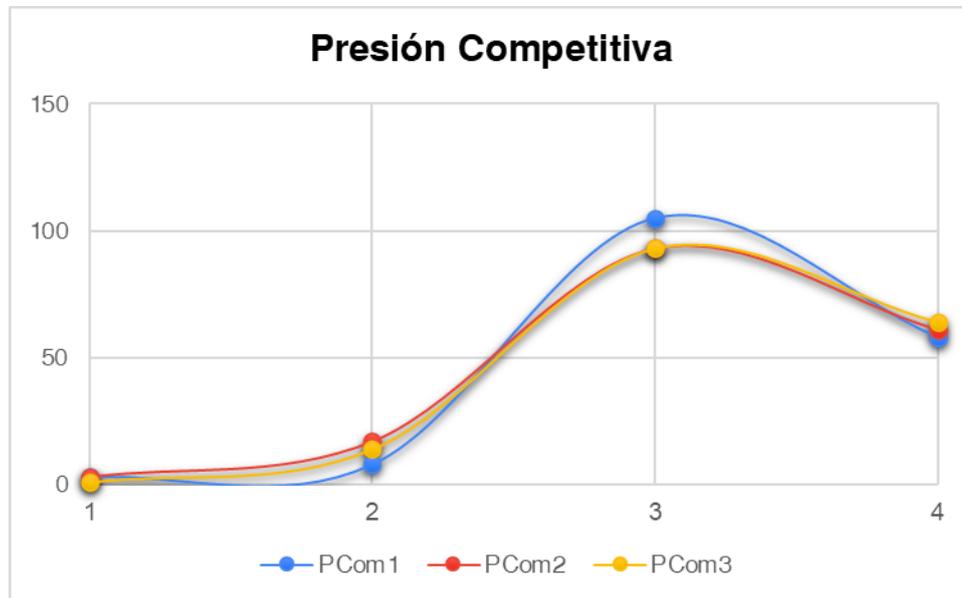
*Estadística Descriptiva para los Ítems de Presión Competitiva*

| <b>Con respecto al uso de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción:</b>   | <b>1</b>  | <b>2</b>   | <b>3</b>     | <b>4</b>    | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>Me</b> | <b><math>\sigma</math></b> | <b>K</b> |
|---|-----------|------------|--------------|-------------|-----------------------------|-----------|----------------------------|----------|
| <b>Las empresas competidoras han implementado elementos estructurales prefabricados (PCom1). (n=174)</b>  | 3<br>1.7% | 8<br>4.6%  | 105<br>60.3% | 58<br>33.3% | 3.25                        | 3         | 0.62                       | 1.57     |
| <b>La industria de la construcción ha implementado elementos estructurales prefabricados debido a la competencia entre empresas (PCom2). (n=174)</b>                    | 3<br>1.7% | 17<br>9.8% | 93<br>53.4%  | 61<br>35.1% | 3.22                        | 3         | 0.69                       | 0.52     |
| <b>Las organizaciones líderes de nuestra industria de la construcción están comprometidas con la adopción de elementos estructurales prefabricados (PCom3). (n=172)</b> | 1<br>0.6% | 14<br>8.1% | 93<br>54.1%  | 64<br>37.2% | 3.28                        | 3         | 0.63                       | 0.04     |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K>0$ ); Mesocúrtica ( $K=0$ ); Platicúrtica ( $K<0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 35**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Presión Competitiva*



### **6.3.9. Presión del Cliente (PCli)**

Actualmente, los consumidores se informan acerca de los nuevos productos y buscan los precios más competitivos y funcionales que se encuentran en el mercado. Por lo tanto, la presión que puede ejercer un cliente del mercado construcción está relacionado con adquirir un producto en el menor tiempo, al menor costo y con una adecuada calidad. En esa línea, se evidencia que los clientes consideran a los elementos estructurales que tienen cierto grado de confianza para obtener una mayor utilidad en sus negocios.

Según la tabla 18, el ítem PCli1 ( $\bar{X} = 3.02$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.71$ ; K = 0.46) tiene un porcentaje de aceptación del 81.5%. Esto indica que los clientes influyen en el uso de los elementos estructurales prefabricados

Los ítems PCli2 ( $\bar{X} = 2.93$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.74$ ; K = -0.36), PCli3 ( $\bar{X} = 2.62$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.80$ ; K = -0.48) evidencian un porcentaje de aceptación de 73.4% y 55.1% respectivamente. Hay un grado de dispersión de los datos debido a la curtosis negativa.

Estos ítems nos dan a entender que los clientes exigen y están listos para usar elementos estructurales prefabricados en sus proyectos.

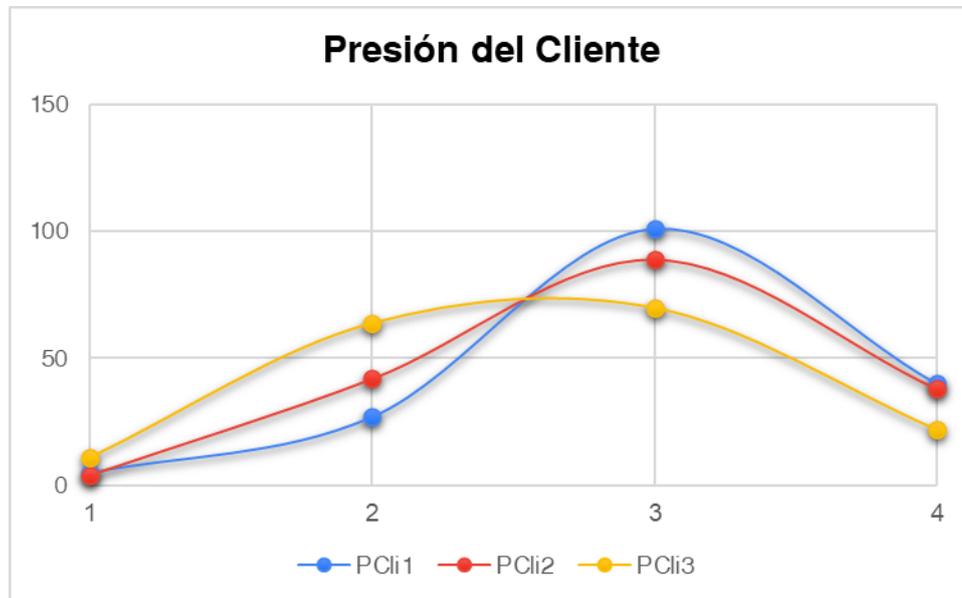
**Tabla 18***Estadística Descriptiva para los Ítems de Presión del Cliente*

| <b>Nuestra organización considera que los clientes de construcción:</b>                                     | <b>1</b>   | <b>2</b>    | <b>3</b>     | <b>4</b>    | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>Me</b> | <b><math>\sigma</math></b> | <b>K</b> |
|---|------------|-------------|--------------|-------------|-----------------------------|-----------|----------------------------|----------|
| <b>Influyen en el uso de elementos estructurales prefabricados (PCli1). (n=173)</b>                         | 5<br>2.9%  | 27<br>15.6% | 101<br>58.4% | 40<br>23.1% | 3.02                        | 3         | 0.71                       | 0.46     |
| <b>Están listos para hacer proyectos con elementos estructurales prefabricados (PCli2). (n=173)</b>         | 4<br>2.3%  | 42<br>24.3% | 89<br>51.4%  | 38<br>22.0% | 2.93                        | 3         | 0.74                       | -0.36    |
| <b>Exigen el uso de elementos estructurales prefabricados al hacer proyectos con ellos (PCli3). (n=167)</b> | 11<br>6.6% | 64<br>38.3% | 70<br>41.9%  | 22<br>13.2% | 2.62                        | 3         | 0.80                       | -0.48    |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K>0$ ); Mesocúrtica ( $K=0$ ); Platicúrtica ( $K<0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 36**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Presión del Cliente*



### 6.3.10. Entorno Regulatorio (ER)

El conjunto de políticas, leyes y normas que se dicten en un gobierno pueden favorecer a la implementación de mecanismos que permitan incrementar el valor económico del mercado de la construcción y con ello mejorar la economía del país. Por esta razón, se considera positivo el hecho de publicar normas que favorezcan a la implementación de prefabricados en las empresas. Por un lado, el enunciado del ítem ER1 ( $\bar{X} = 3.45$ ;  $Me = 3$ ;  $\sigma = 0.59$ ;  $K = 0.47$ ) con una aprobación del 96.1% demuestra que la estandarización de los componentes incentiva a la adopción de los elementos estructurales prefabricados.

Los ítems ER2 ( $\bar{X} = 3.24$ ;  $Me = 3$ ;  $\sigma = 0.72$ ;  $K = -0.17$ ) con porcentaje de aceptación del 85.9% indica que el apoyo del gobierno podría impulsar el uso de elementos estructurales prefabricados; mientras que el ítem ER3 ( $\bar{X} = 2.65$ ;  $Me = 3$ ;  $\sigma = 0.91$ ;  $K = -0.91$ ) indica que un poco más de la mitad adoptó estos elementos prefabricados para poder contratar con el Estado. Estos se pueden ver en la tabla 19 y figura 37.

**Tabla 19**

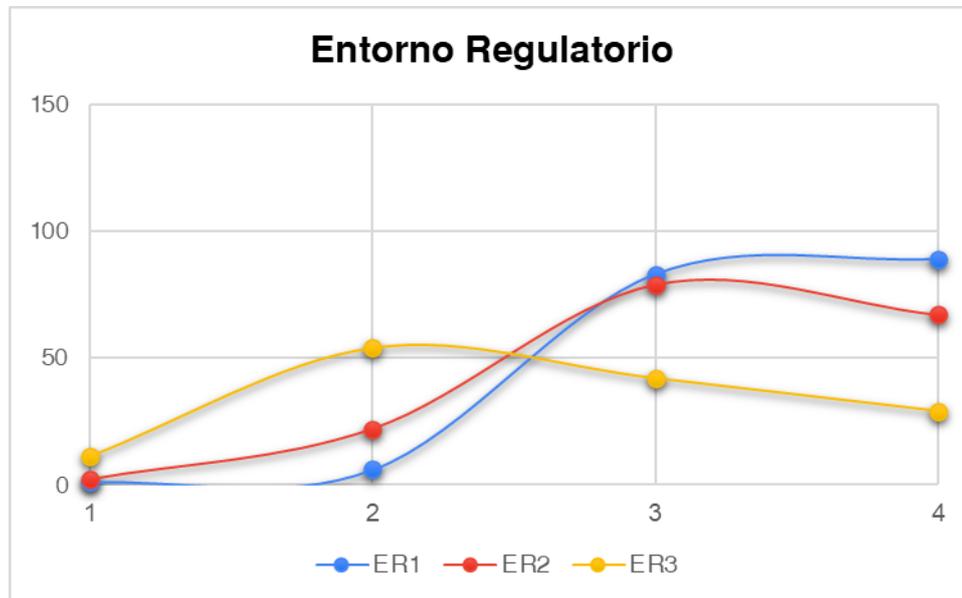
*Estadística Descriptiva para los Ítems del Entorno Regulatorio*

| <b>Considero que:</b>  | <b>1</b>   | <b>2</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>Me</b> | <b><math>\sigma</math></b> | <b>K</b> |
|--|------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------|----------------------------|----------|
| <b>La estandarización de componentes podría influir positivamente en la adopción de elementos estructurales prefabricados (ER1). (n=179)</b> | 1<br>0.6%  | 6<br>3.4%   | 83<br>46.4% | 89<br>49.7% | 3.45                        | 3         | 0.59                       | 0.47     |
| <b>El apoyo del gobierno podría impulsar la adopción de elementos estructurales prefabricados (ER2). (n=170)</b>                             | 2<br>1.2%  | 22<br>12.9% | 79<br>46.5% | 67<br>39.4% | 3.24                        | 3         | 0.72                       | -0.17    |
| <b>Hemos adoptado elementos estructurales prefabricados para poder contratar con el Estado (ER3). (n=136)</b>                                | 11<br>8.1% | 54<br>39.7% | 42<br>30.9% | 29<br>21.3% | 2.65                        | 3         | 0.91                       | -0.91    |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K > 0$ ); Mesocúrtica ( $K = 0$ ); Platicúrtica ( $K < 0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 37**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Entorno Regulatorio*



### 6.3.11. COVID - 19 (COVID)

Dada la coyuntura actual en la que la enfermedad del Coronavirus (COVID-19) ha afectado a gran parte de la población mundial, debido a la crisis económica, algunos expertos y profesionales en materia de construcción anunciaron que, debido a los nuevos protocolos de seguridad impuestos por el Estado para prevenir nuevas olas de contagios, se podría emplear a los elementos estructurales prefabricados como medida para reactivar e impulsar económicamente a la industria de la construcción.

Según la tabla 20, los enunciados de los *ítems* COVID1 ( $\bar{X} = 3.31$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.69$ ; K = 0.69) y COVID3 ( $\bar{X} = 3.18$ , Me = 3;  $\sigma = 0.72$ ; K = 0.12) refuerzan los resultados del anunciado anteriormente, ya que se obtuvo porcentajes de aceptación de 90.4% y 85.3%. Esto indica que los elementos estructurales prefabricados ayudarán a reducir las aglomeraciones dentro de la obra, y que mejorará la seguridad y salud de los trabajadores por la pandemia.

Asimismo, el enunciado del *ítem* COVID2 ( $\bar{X} = 3.19$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.75$ ; K = -0.23) respalda con un 82.9% de aprobación el uso estos elementos prefabricados para ayudar a mantener el distanciamiento social durante la ejecución de los proyectos de construcción.

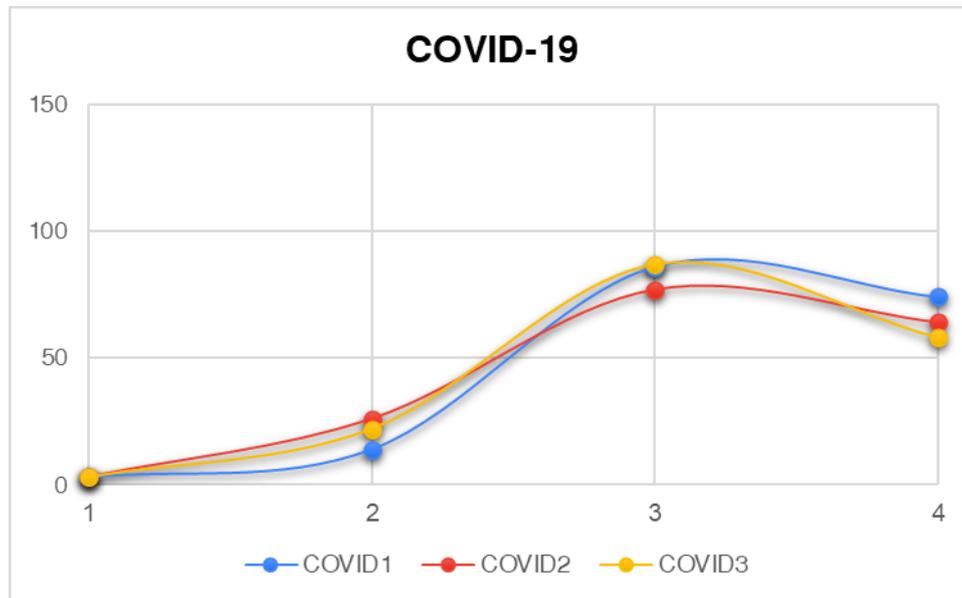
**Tabla 20***Estadística Descriptiva para los Ítems de COVID-19*

| <b>Considero que:</b>   | <b>1</b>  | <b>2</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>Me</b> | <b><math>\sigma</math></b> | <b>K</b> |
|---|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------|----------------------------|----------|
| <b>Reducirá las aglomeraciones dentro de la obra necesarias por la pandemia (COVID1). (n=177)</b>           | 3<br>1.7% | 14<br>7.9%  | 86<br>48.6% | 74<br>41.8% | 3.31                        | 3         | 0.69                       | 0.69     |
| <b>Ayudará a mantener el distanciamiento social en la obra, necesario por la pandemia (COVID2). (n=170)</b> | 3<br>1.8% | 26<br>15.3% | 77<br>45.3% | 64<br>37.6% | 3.19                        | 3         | 0.75                       | -0.23    |
| <b>Mejorará la seguridad y salud de los trabajadores en época de pandemia (COVID3). (n=170)</b>             | 3<br>1.8% | 22<br>12.9% | 87<br>51.2% | 58<br>34.1% | 3.18                        | 3         | 0.72                       | 0.12     |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K > 0$ ); Mesocúrtica ( $K = 0$ ); Platicúrtica ( $K < 0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 38**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de COVID-19*



### 6.3.12. Intención de Uso (IU)

Con respecto a la variable Intención de Uso, el enunciado del ítem IU3 ( $\bar{X} = 3.19$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.63$ ; K = 1.37) nos da como resultado una aprobación del 91.5% de los involucrados en proyectos de construcción, como los son clientes, proveedores, constructores, diseñadores estructurales entre otros. Ellos consideran que sus organizaciones tienen la intención de aprender a planificar proyectos de construcción usando elementos estructurales prefabricados. Esto evidencia un futuro cercano bastante favorable para adopción de dichos elementos.

Mientras que el enunciado IU1 ( $\bar{X} = 3.13$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.67$ ; K = 0.17) con una aceptación del 85.6% y con poca dispersión de los valores, sostiene que los involucrados tienen el deseo de usar los elementos estructurales prefabricados lo más pronto posible. Esta afirmación se refuerza con los resultados del ítem IU2 ( $\bar{X} = 3.10$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.67$ ; K = 0.18) con una aceptación del 84.8%. Esto expresa que las organizaciones tienen la intención de usar elementos estructurales prefabricados en sus próximos proyectos. Ver tabla 21 y figura 39.

**Tabla 21**

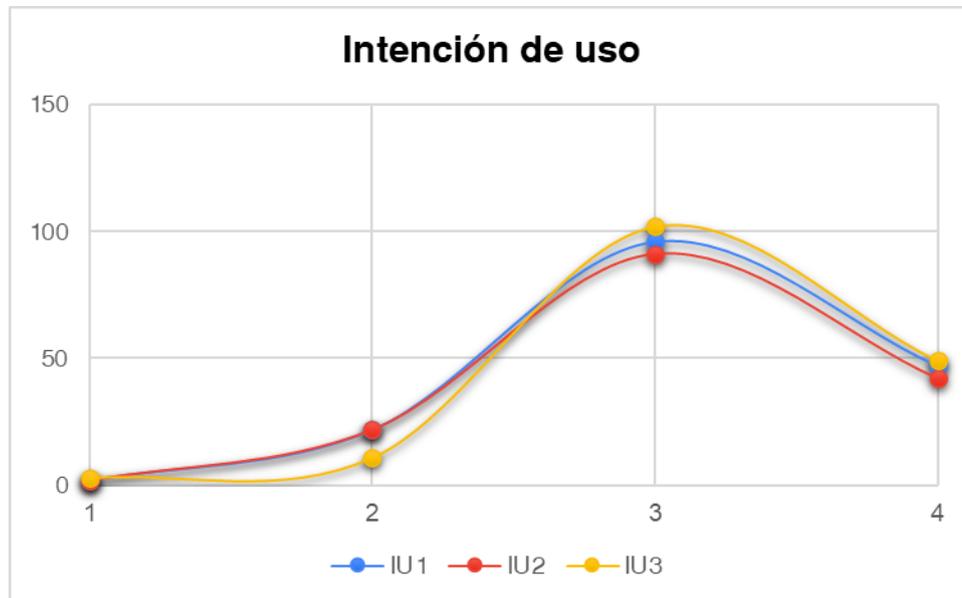
*Estadística Descriptiva para los Ítems de Intención de Uso*

| <b>La organización tiene la intención de:</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>    | <b>3</b>     | <b>4</b>    | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>Me</b> | <b><math>\sigma</math></b> | <b>K</b> |
|--|-----------|-------------|--------------|-------------|-----------------------------|-----------|----------------------------|----------|
| <b>Usar elementos estructurales prefabricados apenas sea posible (IU1). (n=167)</b>                | 2<br>1.2% | 22<br>13.2% | 96<br>57.5%  | 47<br>28.1% | 3.13                        | 3         | 0.67                       | 0.17     |
| <b>Usar elementos estructurales prefabricados en el próximo proyecto (IU2). (n=157)</b>            | 2<br>1.3% | 22<br>14.0% | 91<br>58.0%  | 42<br>26.8% | 3.10                        | 3         | 0.67                       | 0.18     |
| <b>Aprender a planificar proyectos usando elementos estructurales prefabricados (IU3). (n=165)</b> | 3<br>1.8% | 11<br>6.7%  | 102<br>61.8% | 49<br>29.7% | 3.19                        | 3         | 0.63                       | 1.37     |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K > 0$ ); Mesocúrtica ( $K = 0$ ); Platicúrtica ( $K < 0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 39**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Intención de Uso*



### **6.3.13. Adopción (Adop)**

El análisis estadístico de la variable Adopción tiene como finalidad medir el grado de acogida que han tenido los elementos estructurales prefabricados en la actualidad. En un recorrido por distintas partes de Lima se puede apreciar que gran parte de las construcciones empleaban vigas y viguetas prefabricadas. Esto da a entender que ya gran porcentaje de los profesionales de la construcción tiene conocimiento de los beneficios y riesgos que podrían ocasionar el trabajar con este tipo de elementos.

Por un lado, el enunciado del ítem Adop1 ( $\bar{X} = 3.18$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.65$ ; K = 2.12) apoya lo mencionado anteriormente con una aprobación del 92.3% y con una curtosis notablemente elevada. Se menciona que las empresas han adoptado elementos estructurales en sus proyectos.

Por otro lado, con aprobaciones del 71.9 % y 74.2% los ítems Adop2 ( $\bar{X} = 2.87$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.76$ ; K = -0.12) y Adop3 ( $\bar{X} = 2.92$ ; Me = 3;  $\sigma = 0.76$ , K = -0.09) respectivamente detallan que sus compañías han adoptado elementos estructurales prefabricados en la mayoría de sus proyectos y que estas se esfuerzan por hacer negocios estratégicos con proveedores de prefabricados. Estas afirmaciones nos dan una noción acerca de la

expectativa que tienen las empresas por mejorar su misión y visión en el mercado de la construcción. Ver tabla 22 y figura 40.

**Tabla 22**

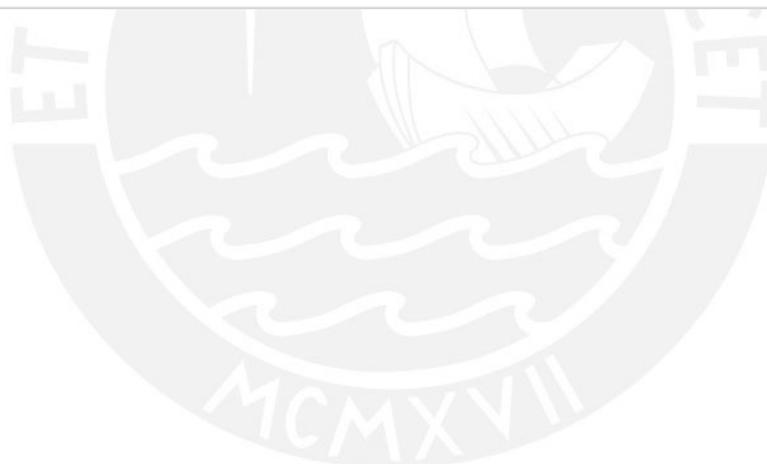
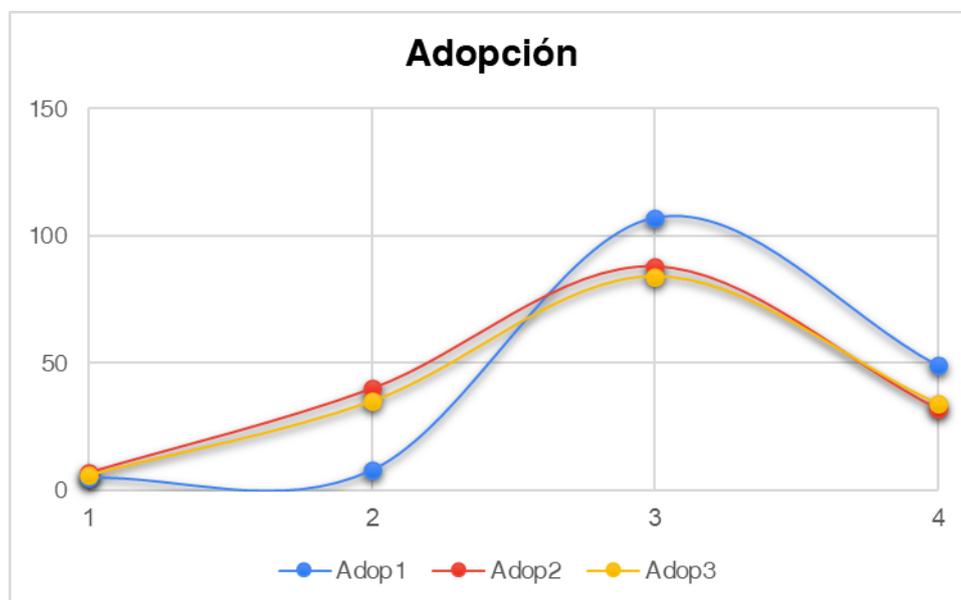
*Estadística Descriptiva para los Ítems de Adopción*

| <b>Considero que mi empresa:</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>    | <b>3</b>     | <b>4</b>    | $\bar{X}$ | <b>Me</b> | $\sigma$ | <b>K</b> |
|---|-----------|-------------|--------------|-------------|-----------|-----------|----------|----------|
| <b>Ha adoptado elementos estructurales prefabricados en sus proyectos (Adop1). (n=169)</b>          | 5<br>3.0% | 8<br>4.7%   | 107<br>63.3% | 49<br>29.0% | 3.18      | 3         | 0.65     | 2.12     |
| <b>Adopta elementos estructurales prefabricados en la mayoría de los proyectos (Adop2). (n=167)</b> | 7<br>4.2% | 40<br>24.0% | 88<br>52.7%  | 32<br>19.2% | 2.87      | 3         | 0.76     | -0.12    |
| <b>Hace negocios estratégicos con los proveedores de prefabricados (Adop3). (n=159)</b>             | 6<br>3.8% | 35<br>22.0% | 84<br>52.8%  | 34<br>21.4% | 2.92      | 3         | 0.76     | -0.09    |

Nota. El grado de apuntalamiento de los datos se miden de la siguiente forma: Leptocúrtica ( $K > 0$ ); Mesocúrtica ( $K = 0$ ); Platicúrtica ( $K < 0$ ). En donde, el n significa la cantidad efectiva de encuestados que mostraron su perspectiva en el cuestionario.

**Figura 40**

*Gráfica de Distribución para los Ítems de Adopción*



## CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 7.1.1. Modelo de Aceptación de los Elementos Estructurales Prefabricados

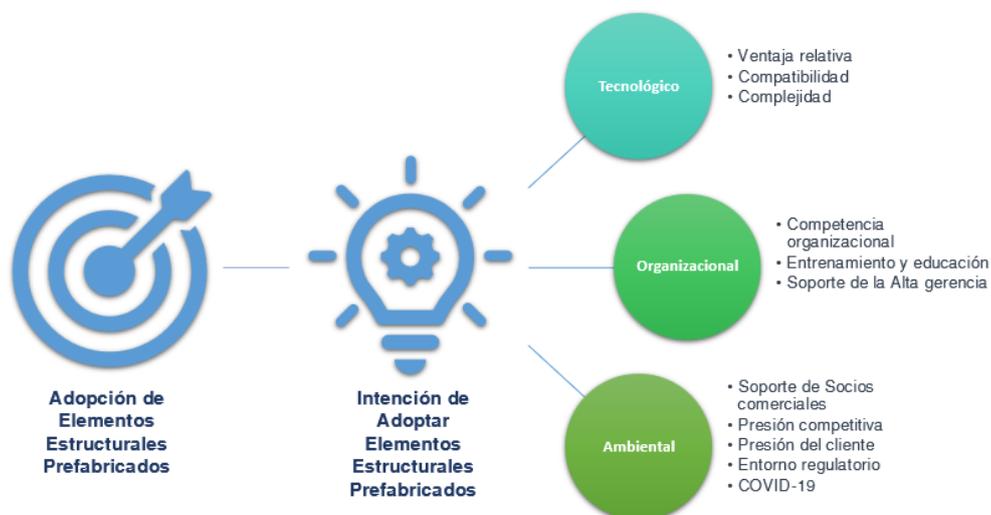
De acuerdo al marco teórico, el modelo de aceptación se construyó en base las propuestas de expertos en el tema adopción de innovaciones tecnológicas. Para esto, adaptamos sus conceptos a la industria de la construcción peruana para comprender y predecir la aceptación de los elementos estructurales prefabricados.

La efectividad del modelo de aceptación se comprobó mediante los coeficientes del alfa de Cronbach, los cuales midieron la confiabilidad de las 13 variables propuestas con el fin analizar y explicar el comportamiento de los involucrados en la construcción. De igual modo, el modelo fue capaz de predecir la aceptación de los elementos estructurales prefabricados mediante las variables IU y Adop, a través del análisis correlacional que se realizó.

La figura 41, muestra los factores que prevalecieron para este estudio de acuerdo a la revisión de literatura.

**Figura 41**

*Modelo de Aceptación de los Elementos Estructurales Prefabricados*



La tabla 23, muestra las hipótesis que fueron aceptadas dentro de este estudio.

**Tabla 23***Evaluación de Hipótesis*

| <b>N° de Hipótesis</b> | <b>Hipótesis</b>  | <b>Evaluación</b> |
|------------------------|---|-------------------|
| H 1                    | La ventaja relativa se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados              | Rechazada         |
| H 2                    | La compatibilidad se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados                | Aceptada          |
| H 3                    | La complejidad se asocia negativamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados                   | Rechazada         |
| H 4                    | El comportamiento organizacional se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados | Aceptada          |
| H 5                    | El entrenamiento y educación se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados     | Aceptada          |
| H 6                    | El soporte de la alta dirección se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados  | Aceptada          |
| H7                     | El soporte de socios comerciales se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados | Aceptada          |
| H8                     | La presión competitiva se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados           | Aceptada          |
| H 9                    | La presión del cliente se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados           | Aceptada          |
| H 10                   | El entorno regulatorio se asocia negativamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados           | Aceptada          |
| H 11                   | El COVID – 19 se asocia positivamente con la aceptación de elementos estructurales prefabricados                    | Aceptada          |

## **7.1.2. Correlaciones significativas**

Se consideran correlaciones significativas a aquellas asociaciones que mediante el cálculo correlacional de Spearman aceptaron la hipótesis alternativa. Por un lado, se obtuvo que los factores CP, PCom, PCli, ER, COVID tienen un moderado grado de asociación lineal con la variable IU; en tanto que los factores VR, CO, EE, AG, SSC demostraron tener una asociación lineal baja con la variable IU.

Por otro lado, los factores PCom, PCli, IU tienen un moderado grado de asociación lineal con la variable Adop, mientras que los factores CP, CO, EE, AG, SSC, ER, COVID evidenciaron tener un bajo grado de correlación con la variable Adop.

Aunque los factores hayan tenido poca o baja asociación lineal son igualmente importantes debido al nivel de confianza, lo que argumenta que la correlación entre las variables es válida.

### **7.1.2.1. Ventaja Relativa (VR)**

Se concluye que la variable o factor VR tiene una correlación positiva baja con la variable IU y no evidencia correlación con la variable Adop.

La ventaja relativa hace referencia al grado de recompensa o castigo que puede recibir el adoptante como resultado de la adopción de la innovación. En ese sentido, la ventaja relativa puede tener varios subdimensiones, tales como el grado de rentabilidad económica, bajo costo inicial, reducción de tiempos y esfuerzo (Rogers, 1983).

Tatum (2000) identificó que la actitud de Alta gerencia en una organización no se enfoca en adoptar una tecnología que se base en imitar a las demás empresas a menos que esta les brinde una ventaja competitiva.

Esto último está alineado con los resultados obtenidos en esta investigación pues a pesar de que los resultados muestran una aprobación muy aceptable alrededor del 90% con respecto a las ventajas que ofrece el uso de los elementos estructurales prefabricados en la construcción tales como la de aumentar la seguridad, la productividad y mejorar la competencia y la calidad de las operaciones, no influyen en la adopción de los elementos prefabricados.

Estos resultados particulares ya han sucedido en estudios los relacionados a la adopción de tecnologías de innovación. Oliveira (2014) encontró que los factores organizacionales y ambientales prevalecían más que la ventaja relativa para determinar si la adopción de la computación en la nube aportaría realmente una ventaja competitiva en el mercado. Caso similar también se presentó en el estudio de Collantes (2018), el cual rescató que a pesar de los beneficios que presentaba BIM hacia las organizaciones, estos no influían en su la adopción (Collantes, 2018).

Por otro lado, los factores CP, CO, AG, SSC, PCom, ER, COVID revelaron una correlación positiva baja con el factor VR, de esta manera se indica el grado de relación con las demás variables y las variables que podrían ser impulsadas para incrementar el grado de correlación del factor VR. Por lo que se recomienda que el Estado pueda establecer políticas o normativas que motiven a los proveedores de prefabricados que muestren una hoja de ruta clara que motiven su adopción. De igual modo, es recomendable que los profesionales de la construcción sean conscientes de las ventajas que ofrece el uso de prefabricados como medida para evitar y reducir los contagios por COVID -19.

#### **7.1.2.2. Compatibilidad (CP)**

Se concluye que el factor CP tiene una correlación positiva moderada con la variable IU y una correlación positiva baja con la variable Adop.

La compatibilidad se refiere al grado en que la innovación se adecua con los valores existentes, costumbres y/o creencias y necesidades de los usuarios finales (Rogers, 1983).

Este resultado demuestra que hace falta más esfuerzos por presentar condiciones laborales más actualizadas capaces de integrar innovaciones que apoyen a la productividad. Además, el uso de los elementos estructurales prefabricados se combina eficientemente con la metodología BIM y Lean Construction (Bedriñana , 2020).

Como lo menciona Low (2011), la compatibilidad juega un rol importante dentro de las organizaciones, pues es más probable que se acepte una tecnología que sea similar con la aplicación laboral. Sin embargo, es preciso resaltar que las experiencias negativas pueden jugar un papel importante en contra de una innovación (Rogers, 1983) .

En tal efecto, los elementos estructurales prefabricados no son la excepción a estos esfuerzos de adaptación tecnológica organizacional, pues la evidencia correlacional indica que se debe incidir en la variable compatibilidad para poder pasar de un deseo a una realidad de adopción.

La compatibilidad de los prefabricados para el adoptante actualmente es favorable, pues cubre las necesidades del cliente porque minimiza los desperdicios (materiales, equipo y mano de obra), los plazos de entrega y los requisitos de calidad en los proyectos. Sin embargo, es posible que los clientes no reconozcan una innovación hasta que estén completamente conscientes de esta (Rogers, 1983).

De manera análoga, un estudio resaltó que la adopción del BIM por parte de los contratistas generales que las empresas subcontratistas como por ejemplo una empresa de elementos prefabricados se vea en la necesidad de adoptar BIM. El manejo de un modelo BIM no solo implica obtener información geométrica y/o paramétrica detallada por ingenieros estructurales, sino que también agrega detalles sobre el volumen de concreto y una noción sobre la complejidad del proyecto, lo cual permite obtener una mejor estimación en la cantidad y costo, así como el dimensionamiento del personal de trabajo. En tal sentido, es posible resaltar la compatibilidad que existe entre el creciente aumento de máquinas automatizadas de elementos prefabricados y el BIM para la producción en línea (Phang et al., 2020).

Lo enunciado anteriormente, indica la importancia de compatibilidad que debe tener una innovación para adoptarse en la organización.

En relación con la estadística descriptiva en este estudio se tiene que la variable CP, que los elementos estructurales prefabricados son compatibles con la madurez digital de la empresa y que están alineados con las practicas existentes en la empresa. Asimismo, la mayoría estuvo de acuerdo en que estos elementos son fáciles de instalar en las obras, pero necesitan cursos de capacitación.

Por otro lado, los factores VR, EE, AG, SSC, PCom, PCli, ER, COVID revelaron una correlación positiva baja con el factor CP, a excepción del factor CO que mostró una correlación positiva moderada con este factor, de esta manera se indica el grado de relación con los demás factores y las variables que podrían ser impulsadas para incrementar el grado de compatibilidad. En ese sentido, se puede decir que es

recomendable que la Alta gerencia promueva un entorno positivo de culturas y valores orientados hacia la adopción de innovaciones.

### **7.1.2.3. Competencia Organizacional (CO)**

Se concluye que el factor CO tiene una correlación positiva baja con respecto a la variable IU y con a la variable Adop.

Este hallazgo indica que existe una relación lineal positiva entre las variables, y evidencia que la relación existente entre las variables CO y IU es similar a la relación entre la variable CO y Adop. Deducimos que la mayoría de los involucrados en la construcción percibe que la competencia organizacional es importante, pero que necesita mayor promoción e impulso a través de políticas para estimular la adopción de los elementos estructurales prefabricados.

En este marco, la competencia organizacional buscar medir el grado en el que la innovación es compatible y se percibe como compatible en términos de las practicas operativas, las creencias y valores, las experiencias pasadas y las necesidades existentes (Rogers, 1995). Asimismo, intenta reflejar factores internos como el flujo de información y la coordinación entre las áreas durante el proceso de innovación (Tornatzky et al., 1990).

Lo enunciado anteriormente tiene sustento en el análisis descriptivo que se muestra, pues se puede apreciar que el 84.2% y 75.1 % de los encuestados afirma que sus organizaciones contrata personal con conocimientos en los elementos estructurales prefabricados y que a su vez destina recursos financieros para la implementación de estos elementos; Además, alrededor del 60% de los encuestado afirma que cuenta con los softwares necesarios para la adopción adecuada de este tipo de elementos prefabricados.

Estos resultados podrían dar un indicio de que las organizaciones tratan de conseguir profesionales capacitados y con las aptitudes necesarias que les permitan participar activamente durante el intercambio de información que se pueda generar en reuniones o en sesiones para la planificación. Sin embargo, no parece haber un alto grado de aprobación con respecto a los softwares que se usan actualmente y los que se requieren para implementar este tipo elementos prefabricados.

Adicionalmente, se puede se evidenciar que existe una relación lineal baja con los factores VR, SSC, PCom, PCli, ER, COVID y una relación lineal moderada con los factores CP

y AG. En relación a lo último, se plantea que la Alta gerencia, a través de capacitaciones y políticas estratégicas podría incrementar la eficiencia y competitividad, pues el equipo que trabaja en el proyecto estaría mejor organizado y entrenado en el uso de elementos estructurales prefabricados. De igual forma, la compatibilidad orientada hacia una visión de adopción de innovaciones incrementaría la adopción de este tipo de elementos prefabricados.

#### **7.1.2.4. Entrenamiento y Educación (EE)**

Se concluye que el factor EE tiene una correlación positiva baja con la variable IU y con la variable Adop.

Este factor es una medida que indica el grado en el que la organización instruye a sus empleados para el uso de una innovación tecnológica a través de capacitaciones completas con ponentes especialista que brinden la cantidad de sesiones pertinentes para que el personal se adapte al uso de esta nueva herramienta (Schillewaert et al., 2005).

Además, dado que los elementos estructurales prefabricados pueden resultar complejos en primeras instancias, se necesita capacitar y educar a los empleados antes de implementarlos, pues ayudaría a reducir la ansiedad y el estrés sobre el uso adecuado de los prefabricados.

Los resultados estadísticos avalan lo mencionado, pues se obtuvo una aprobación del 80 % en donde los encuestados aseguran que percibieron una mejora sustancial luego de haber recibido un programa de capacitación sobre el uso de los elementos estructurales prefabricados: tenían confianza sobre el uso de estos elementos en obra. Sin embargo, los resultados (59.2%) acerca de si la empresa brindó una capacitación completa en el uso de los elementos prefabricados, demuestran que estas se hicieron de manera completa.

Los hallazgos que encontró Polat (2008) coinciden con nuestros resultados, pues en sus investigaciones demostró que la educación con respecto a los elementos estructurales prefabricados en las universidades de los Estados Unidos ha sido escasa y la mayoría de programas académicos relacionados a ingeniería estructural, arquitectónica y a la gestión de estos elementos prefabricados no ha sido satisfactoria. Esto podría explicar la dispersión de nuestros resultados y el por qué el 40% afirma que las capacitaciones no fueron completas.

En el estudio se presenta una correlación lineal positiva baja con los factores CP, AG, PCom, PCli, COVID y que existe una correlación positiva moderada con el factor CO.

Con estos hallazgos se podría concluir que aún se necesitan más políticas y estrategias que impulsen programas educativos completos y de calidad sobre el uso de elementos prefabricados y que estos avances en el conocimiento interno están moderadamente vinculados a las decisiones y percepciones de la Alta gerencia.

#### **7.1.2.5. Soporte de la Alta Gerencia**

Se concluye que el factor AG tiene una correlación positiva baja con la variable IU y con la variable Adop.

Según la evidencia empírica de este estudio, el soporte de la alta dirección es importante para explicar la adopción de los elementos estructurales prefabricados. La evidencia del estudio indica que se necesitan más esfuerzos y estrategias por parte de Alta gerencia, ya que estos pueden influir en la adopción de los elementos estructurales prefabricados.

Según los estudios realizados por Tushman & Nadler (1986), la Alta dirección es un factor clave para la adopción, pues se encargan de orientar el comportamiento de los trabajadores y de brindar recursos financieros durante la implementación de una nueva tecnología. Por otra parte, estudios similares realizados en temas de innovación tecnológica, como los de Oliveira (2014) en su reporte *Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sector*, mencionan que la Alta gerencia es importante debido a los recursos financieros y organizacionales que ofrecen; sin embargo, este factor demostró ser no significativo para la adopción de la computación en la nube. Algunas de las explicaciones fueron que la industria manufacturera no reconocía su valor y que consideraba que los servicios que ofrecían eran costos y riesgosos. De esta manera, la alta gerencia tiene la posibilidad de influir de manera positiva o negativa en la adopción de innovaciones tecnológicas.

Actualmente, los ejecutivos de las organizaciones parecen tener más conocimiento sobre los beneficios que ofrecen los elementos estructurales en la construcción de sus proyectos, pues cada vez van más acorde a sus objetivos de productividad y sostenibilidad.

Estos hallazgos respaldan lo mencionado anteriormente, pues se indica que el apoyo de la Alta dirección es significativo para las empresas del sector de construcción. Esto se

debe a que el 90% de los encuestados señaló que la Alta gerencia reconoce la adopción de elementos estructurales como una opción estratégica para mejorar su planificación. Cerca del 85% se involucra desde etapas tempranas en el proceso de innovación y asumen los riesgos asociados a estos.

Asimismo, se puede resaltar que los factores VR, CP, EE, SSC, PCom, PClí, ER, COVID evidenciaron una correlación positiva baja con el factor AG a excepción del factor CO que mostró tener una correlación moderada con esta variable. De esta manera, se indica el grado de relación con las demás variables y las variables que podrían ser impulsadas para incrementar el apoyo por parte de Alta gerencia. Se puede apreciar que gran parte de los factores están vinculados con la Alta gerencia, lo que indica su importancia en la organización y en el hecho de que estén conscientes y al tanto de los beneficios que brinden los elementos estructurales prefabricados en la organización.

#### **7.1.2.6. Soporte de Socios Comerciales (SSC)**

Se concluye que el factor SSC tiene una correlación positiva baja con la variable IU y con la variable Adop.

El análisis estadístico da a conocer que la experiencia y calidad en el trabajo de los proveedores de prefabricados con anteriores empresas influye en la seguridad y confianza que nuevas empresas constructoras puedan sentir para adquirir estos elementos prefabricados.

Cerca del 95% de los encuestados sostuvo que para elegir un proveedor de elementos estructurales prefabricados es importante que estos tengan implementado una sólida gestión de calidad y de entrega. Con esto aseguran la ejecución del proyecto en los tiempos planeados. De igual forma, se encontró que las organizaciones proveedores que tengan experiencia y sean flexibles con las solicitudes de despacho de prefabricados.

Los estudios realizados por P. Low & Choong (2001) en Singapur refuerza lo mencionado, pues el 73% de contratistas mencionó mantener a unos pocos proveedores de confianza, de modo que dentro de ese grupo se pueda seleccionar a cada uno de acuerdo al volumen y carga de trabajo que se requieran para el tipo de proyecto en cuestión. De igual forma, el estudio resaltó que el criterio más importante para la elección

de un proveedor son sus precios competitivos, seguidos por la confiabilidad en la entrega, la confiabilidad en la producción y la adecuada calidad del servicio.

Con respecto a los estudios correlacionales se puede evidenciar la existencia de una relación lineal positiva baja con los factores VR, CP, CO, AG, PCom, PCli, ER, COVID y una relación lineal negativa baja con el factor CJ. Esto da cuenta que la presión competitiva entre los contratistas exige la búsqueda de precios más competitivos entre los proveedores. Asimismo, es recomendable el apoyo de los proveedores durante el proceso de adopción e implementación, pues esto disminuirá los obstáculos que puedan surgir durante el uso de elementos estructurales prefabricados.

#### **7.1.2.7. Presión Competitiva**

Se concluye que la factor PCom tiene una correlación positiva moderada con la variable IU y con la variable Adop.

En los estudios realizados por Tornatzky et al. (1990), reveló que los mercados con alta concentración de competidores presentan una tasa de adopción de innovaciones mayor a la de los mercados con concentraciones bajas. De hecho, Scheer et al. (2005) en sus estudios menciona que una de las necesidades de una organización es la de llegar a ser igual de buenas que sus competidores, en donde a menudo la competitividad se ve expresada como una reducción de costos en el producto ofrecido, lo que en ocasiones significa reducir el capital de inversión y las investigaciones hacia las mejoras en las organizaciones.

Por otra parte, Polat (2008) reveló que una gran cantidad de contratistas en Estados Unidos está de acuerdo en que los elementos prefabricados han producido una reducción de los costos en comparación a los métodos tradicionales y que estos resultados han aumentado en comparación a estudios similares realizados en el 2000. El reporte menciona que una de las posibles explicaciones de que esto haya aumentado es que los contratistas pudieron mejorar la coordinación entre las partes involucradas, ganado experiencia en el diseño, instalación y montaje y/o haber adquirido las tecnologías que permitan obtener una mejor gestión del proyecto (Polat, 2008).

La estadística descriptiva de este estudio corrobora lo mencionado, pues cerca del 90% de los encuestados afirmó que sus organizaciones se sintieron empujadas a adoptar

elementos estructurales prefabricados debido a la competencia entre empresas y porque ellas ya los habían adoptado. Por otro lado, el 91.3% de encuestados percibe que la empresa donde trabajan tiene la intención de seguir los pasos de las organizaciones líderes comprometidas con la adopción de estos elementos.

Del mismo modo, se puede evidenciar que los factores VR, CP, CO, EE, AG, SSC, ER, COVID tuvieron una relación lineal positiva baja con el factor PCom, mientras que el factor PCli muestra una relación lineal positiva moderada con el factor PCom. De forma que se puede apreciar que el apoyo de un socio comercial y la presión del cliente pueden impulsar la competencia en el mercado para adoptar elementos estructurales prefabricados. En ese sentido para el constructor, las limitaciones ambientales también son la fuente de riesgos potenciales asociados con la adopción las cuales pueden resultar en fallas y, por lo tanto, el conocimiento explícito del entorno externo es esencial para la toma de decisiones.

#### **7.1.2.8. Presión Cliente (PCli)**

Se concluye que el factor PCli tiene una correlación positiva moderada con la variable IU y con la variable Adop.

Esto se entiende que, aunque las organizaciones tienen el deseo de adquirir elementos estructurales prefabricados, lo que determina de manera decisiva la adopción son los requerimientos por parte del cliente para usar los elementos estructurales prefabricados.

En concordancia con ello, el uso de innovaciones por exigencia del cliente se ha descrito en la literatura. En efecto, en el estudio de casos de Pan & Pan (2019) exponen que una empresa China dedicada a proveer elementos prefabricados a edificios de gran altura en Hong Kong, no optó por adoptar la robótica y la automatización para los procesos de fabricaciones de elementos prefabricados, las explicaciones por parte de ejecutivos revelaron que los edificios de gran altura necesitaban elementos más rígidos que podrían complicarse con el uso robótica. Desde su perspectiva, generalmente serviría para producir elementos simples y estándares; asimismo, se menciona que para un mercado con un público objetivo pequeño, la incorporación de equipos tecnológicos que generen un gran abastecimiento no era primordial.

Las organizaciones se ajustan al público objetivo al cual atienden. En base a los resultados recolectados en este estudio, se puede dar cuenta que el uso de prefabricados está presente en gran parte proyectos: proyectos educativos, comerciales, de oficinas y para viviendas multifamiliares. Se puede resaltar una mayor demanda para las construcciones de edificios multifamiliares, en donde las ventas están condicionadas a varios factores entre los cuales se encuentran la zona urbanística y estatus socioeconómico de los posibles compradores.

El 81.5% de los encuestados admite que los clientes influyen en la adopción de elementos prefabricados y un 73.4% reconoce que están listos para construir proyectos con el uso de estos. Sin embargo, solo un poco más de la mitad de encuestados reconoce que haya cierta exigencia por parte del cliente para utilizar elementos estructurales prefabricados en proyectos, con lo que podemos entender la poca presión que existe por parte del cliente en estos temas.

Por otra parte, el estudio correlacional también se muestran relaciones lineales positivas bajas con los factores CP, CO, EE, AG, SSC, ER, COVID y moderada con el factor PCom. Los factores que, de acuerdo a este estudio, influyen en la decisión del cliente para usar los elementos estructurales prefabricados.

#### **7.1.2.9. Entorno regulatorio (ER)**

Se concluye que la factor ER tiene una correlación positiva moderada con la variable IU y una correlación positiva baja con la variable Adop.

Este hallazgo indica que existen una relación lineal positiva ER y IU, la cual cuenta con una intensidad más fuerte que la relación entre la variable ER y Adop. Esto denota que el apoyo del estado a través de normativas influye en la forma de ver a los prefabricados como una alternativa a corto plazo o en futuros proyectos de construcción. Esta relación se confirma con la relación que existe con la variable Adopción; sin embargo, esta intensidad es baja, lo que significa que el apoyo actual del estado hacia estos temas no está focalizado.

El entorno regulatorio es un factor que podría impulsar la adopción de nuevas tecnologías de innovación, como lo describen los estudios realizados hacia la adopción de computación en la nube que concluyeron que la correlación con el apoyo del gobierno no

era significativa para su adopción, pero que eran importantes para inculcar el sentido de confianza en las empresas. (Oliveira et al., 2014)

El Estado puede promover la adopción de los prefabricados, pues el 85.9% de encuestados estuvo a favor; sin embargo, cabe resaltar que con una aprobación baja del 52.2%, gran parte de los encuestados estuvo de acuerdo en que haya sido necesario adoptar a elementos estructurales prefabricados para poder contratar con el Estado. Por otro lado, con un 96.1% aprobación se aceptó que la estandarización de los componentes podría incentivar a la adopción de los elementos prefabricados.

Los resultados de este estudio están alineados con estudios anteriores, ya que describe que el Estado puede ser un dinamizador clave para la adopción de elementos prefabricados, pues la estandarización de componentes podría reducir las incompatibilidades y aumentar la producción en masa. Pero todavía no se encuentran normativas estrictas que promuevan el uso de los elementos prefabricados en la construcción.

Desde otro ángulo, el análisis correlacional demostró que existe una relación lineal positiva baja con los factores VR, CP, CO, AG, SSC, PCom, PClí mientras que el factor COVID muestra una asociación lineal moderada con el factor ER. La relación que existe con los factores ER y COVID implican que las ventajas que ofrece el prefabricado en la industria de la construcción como parte de una de las medidas que se necesitan para detener la pandemia actual, podrían promover las acciones por parte del Estado para favorecer su adopción.

#### **7.1.2.10. COVID-19 (COVID)**

Se concluye que el factor COVID-19 tiene una correlación positiva moderada con la variable IU y una correlación positiva baja con la variable Adop.

En referencia a estudios de innovación tecnológica Tornatzky et al. (1990) menciona que en tiempo de incertidumbre las compañías pueden ralentizar las intenciones de adopción de una innovación debido a los costos asociados a su implementación y los riesgos existentes; sin embargo, existen otras que ven a las innovaciones como una oportunidad para reducir las incertidumbres o solucionar los problemas.

Actualmente, la pandemia generada por COVID-19 ha desacelerado a varias industrias a nivel nacional e internacional. Sin embargo, muchas de ellas ya han empezado a reactivarse en base a los protocolos de seguridad establecidos por el Estado.

Este factor revela que los elementos estructurales prefabricados pueden ser una alternativa para la construcción y que puede sumarse para evitar que esta enfermedad se siga propagando.

La estadística descriptiva de los datos recolectados respalda lo mencionado anteriormente, pues el 90% de los entrevistados indicó que los elementos estructurales prefabricados ayudan a reducir las aglomeraciones dentro de la obra. De manera análoga, se obtuvo una aceptación en torno al 80% con respecto a que este tipo de elemento prefabricado ayudaría a mantener el distanciamiento social dentro de la obra, es decir, lo que haría que mejor la seguridad y salud del personal de trabajo por durante la pandemia.

Este hallazgo concuerda a lo enunciado por algunos especialistas en la materia como Bedriñana (2020), Él indica que los beneficios de los elementos estructurales prefabricados permiten la adecuada distribución de los trabajadores en la obra, debido a la reducción en tiempos de construcción por realizar ensamblajes de estos elementos y reducir los sistemas de sostenimientos temporales. Estos disminuyen la cantidad de personas en la obra a través del uso de equipos de izaje y de un mejor dimensionamiento de las cuadrillas de trabajo. Con esto se puede cumplir con los nuevos protocolos de seguridad ocasionados por la pandemia COVID-19.

### **7.1.3. Correlaciones no significativas**

Se considera correlaciones no significativas a aquellas que mediante el cálculo de Spearman aceptaron la hipótesis nula. Dentro de estas, se obtuvo el factor CJ, el cual no presentó una asociación lineal significativa con las variables independientes IU y Adop.

#### **7.1.3.1. Complejidad (CJ)**

Se concluye que el factor CJ no tiene correlación alguna con las variables IU y Adop. Este hallazgo indica que la relación que existe no es lineal con las variables presentadas anteriormente y se puede entender que la dificultad no es un inhibidor para adquirir

elementos estructurales prefabricados en las empresas constructoras del sector de la construcción

Los resultados que se exponen a este estudio, refuerzan lo mencionado anteriormente pues se describe que con una aceptación alrededor del 90% los elementos prefabricados no son muy complicados de manipular en la obra., Los profesionales de la construcción consideran que no ocupan mucho tiempo en ser instalados y que no son difíciles de integrarse con las metodologías actuales de trabajo. Asimismo, se evidencia que con una aprobación del 66.8% los encuestados afirman que los elementos estructurales prefabricados no exponen a retrasos de la obra.

Por otro lado, se puede decir que el factor CJ se correlaciona de manera inversa únicamente con el factor SSC. Una explicación plausible se debería a que un mayor apoyo por parte de los socios comerciales como los proveedores de prefabricados reduce las complicaciones que surgen por el uso de los prefabricados, como la falta de coordinación entre los proveedores y los constructores al momento de la entrega o durante el transporte e izaje de elementos en la obra entre otras posibles dificultades que son descritas por Low & Choong (2001).

## CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1. Conclusiones

Luego de haber investigado sobre los elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción se llegó a las siguientes conclusiones:

Los modelos TOE y DOI fueron útiles para desarrollar un modelo adaptado que permita comprender y predecir el comportamiento de los profesionales en la adopción de los elementos estructurales prefabricados. De los contextos estudiados se puede afirmar que los más importantes para este estudio son los referidos al contexto ambiental.

La adopción de los elementos estructurales prefabricados no se determina por las ventajas que estos ofrecen, sino por otros factores dentro de los cuales destacan la *presión competitiva* y la *presión del cliente* seguidos por el *soporte de los socios comercial* y de la *alta gerencia*. De igual modo, existe una asociación lineal positiva moderada entre la *competencia organizacional*, la *compatibilidad*, la educación y la *alta gerencia*, los cuales contribuyen de forma importante en la adopción.

Lo anterior permite comprobar la hipótesis planteada, ya que los factores que componen al modelo de aceptación permitieron entender el comportamiento de la adopción de los elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción.

Con respecto a los factores tecnológicos, se pudo observar que el uso de los elementos estructurales prefabricados es compatible con las prácticas de construcción y con la madurez digital presentes en las constructoras. Por ello, se recomiendan enfocar esfuerzos organizacionales para que gran parte de los involucrados estén conscientes de los softwares compatibles con este tipo de elementos prefabricados. Además, de todos los factores, *la complejidad* solo se asocia inversamente proporcional con el factor *Soporte de socios comerciales*. Asimismo, *la complejidad* no tiene asociación lineal significativa con la *Intención* de uso, ni con la adopción de prefabricados, es decir, los elementos estructurales prefabricados no son difíciles de usar dentro de la obra y su instalación es rápida y práctica. El apoyo de los socios comerciales puede disminuir las dificultades que existen durante la adopción e implementación de los elementos estructurales prefabricados.

En lo que se refiere a los factores organizacionales se observó que el factor *educación y entrenamiento* influye en la adopción de los elementos estructurales prefabricados; pero solo un poco más de la mitad percibe haber recibido una capacitación completa sobre su uso. De igual manera, *la alta gerencia* se involucra durante el proceso de innovación de los elementos estructurales prefabricados y cubre con los riesgos asociados a este, lo cual no solo se evidencia en los resultados estadísticos sino también en la literatura existente. En ese sentido, se recomienda contemplar normas y políticas organizacionales que estén alienadas con la *misión y visión* de la compañía.

Finalmente, a los factores ambientales se concluye que el *soporte de los socios comerciales* es un factor importante dentro de la adopción de elementos estructurales prefabricados, en donde las principales cualidades que destacan a un buen socio son el adecuado manejo de la gestión de calidad y entrega. Por otro lado, *la presión competitiva* juega un rol importante dentro de la adopción de elementos estructurales prefabricados. El análisis revela que las organizaciones optaron por adquirir este tipo de elementos prefabricados con el fin de seguirle el paso a sus competidores y líderes de la industria. De manera similar, *la presión del cliente* influye en la adopción de los elementos estructurales prefabricados.

Gran parte las organizaciones se sienten listas para hacer uso de estos y sienten una exigencia por parte del cliente para impulsar su uso. Por otra parte, se determinó que el *entorno regulatorio* podría ser un importante catalizador para el uso de los elementos estructurales prefabricados, sin embargo, aún no se percibe una exigencia clara por parte del Estado para su uso pese a los beneficios que se pueden lograr con la estandarización y compatibilidad.

En cuanto al factor *COVID*, la pandemia producida por el COVID-19 promueve las intenciones hacia el uso de los elementos estructurales prefabricados, pero no es un factor muy influyente en la adopción.

## **8.2. Recomendaciones**

Considerando la importancia de esta investigación y en función a los resultados obtenidos se hacen algunas sugerencias tanto para los profesionales de la construcción como para los docentes, alumnos y comunidad educativa que deseen aplicar estos conceptos o seguir

profundizando en este enfoque, con el propósito de dinamizar la industria de la construcción. En base a ello, se enumeran las siguientes recomendaciones:

Los modelos teóricos usados para la aceptación de innovaciones tecnológicas se elaboraron por países desarrollados. Dado que nos encontramos en un país en vías de desarrollo es recomendable generar un modelo que se ajuste al contexto peruano o latinoamericano, pues algunos conceptos o teorías son relativamente sencillas de aplicar en países desarrollados podrían ser no aplicables en países en vías de desarrollo. En este estudio, con ayuda de expertos en la materia se ha recopilado los factores que priman en la situación actual del país.

Se evidencia que gran parte de los estudios se enfocan en los sistemas de información, pero existen pocos referidos a los equipos de construcción que se podrían utilizar: la robótica en la construcción de prefabricados, grúas inteligentes entre otras.

Es recomendable realizar un estudio de casos en organizaciones constructoras, ya sea a nivel nacional o latinoamericano, en donde se analice los contextos ambientales, organizacionales y tecnológicos.

Gran parte de los estudios se centra en la etapa de adopción, se sugiere estudiar etapas posteriores a la adopción con respecto a los elementos estructurales prefabricados.

Se recomienda diseñar y desarrollar un manual en que se detalle el proceso de instalación de los elementos estructurales prefabricados, pues la mayoría de encuestados reconoce no haber recibido una capacitación completa sobre el tema.

Es recomendable que el gobierno, promueva leyes y regule el uso de elementos estructurales prefabricados en las construcciones, pues aportan en la productividad, salud y seguridad dentro de la obra y reducen los contagios por COVID-19.

Finalmente, se recomienda difundir más la importancia de los elementos estructurales prefabricados para que los clientes tengan en cuenta los beneficios en la productividad y tengan argumentos para exigir su uso en la construcción.

## CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFIA

- Ahuja, R., Sawhney, A., Jain, M., Arif, M., & Rakshit, S. (2020). Factors influencing BIM adoption in emerging markets – the case of India. *International Journal of Construction Management*, 20(1), 65–76.  
<https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1462445>
- Badii, A., Guillen, O. P., Lugo, S., & Aguilar Garnica, J. J. (2014). Correlación No-Paramétrica y su Aplicación en la Investigaciones Científica Non-Parametric Correlation and Its Application in Scientific Research. *International Journal of Good Conscience Agosto*, 9(2), 31–40.
- Baldwin, A., Poon, C. S., Shen, L. Y., Austin, S., & Wong, I. (2009). Designing out waste in high-rise residential buildings: Analysis of precasting methods and traditional construction. *Renewable Energy*, 34(9), 2067–2073.  
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.02.008>
- Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N., & Brown, S. (2017). Reinventing Construction: A Route To Higher Productivity. *Mckinsey Global Insititute, February*, 168.  
<http://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>
- Bedriñana , L. A. (9 de Junio de 2020). Obtenido de Concreto prefabricado: una alternativa en tiempos de COVID-19: <https://posgrado.utec.edu.pe/concreto-prefabricado-una-alternativa-en-tiempos-de-covid-19/>
- Buniya, M. K., Othman, I., Sunindijo, R. Y., Kineber, A. F., Mussi, E., & Ahmad, H. (2021). Barriers to safety program implementation in the construction industry. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 65–72.  
<https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.08.002>
- Casal, J., & Mateu, E. (2017). Muestreo: tipos de muestreo. *Estadística Aplicada En Psicología y Ciencias de La Salud*, 17.
- Celina, H., & Campo, A. (2005). Metodología de investigación y lectura crítica de estudios Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach Title: An Approach to the Use of Cronbach’s Alfa. *Revista Colombiana de Psiquiatria*, 34(4), 572–580.
- Chen, Y., Yin, Y., Browne, G. J., & Li, D. (2019). Adoption of building information modeling in Chinese construction industry: The technology-organization-environment framework. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(9), 1878–1898. <https://doi.org/10.1108/ECAM-11-2017-0246>
- Collantes, J. (2018). Evaluación de los factores claves para la aceptación y uso de BIM en proyectos de edificación de Lima y Callao. *Acceso Libre a La Información Científica Para La Información, c*, 1–15.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/PUCP\\_7c07bdf3c985b584a5d55ebff7143b01](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/PUCP_7c07bdf3c985b584a5d55ebff7143b01)
- Díaz, M. M. (2016). Evaluación económica de obras con prefabricados. *Revista Noticiero*, 133, 22–27.  
<http://www.revistacyt.com.mx/pdf/febrero2016/ingenieria.pdf>

- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism in Organizational Fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147–160. <http://www.jstor.org/stable/2095101> .
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. Hoboken : John Wiley & Sons.
- Egan, S. J. (2003). Rethinking the Report of the Construction Task Force. *Construction Task Force*. [http://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2014/10/rethinking\\_construction\\_report.pdf](http://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2014/10/rethinking_construction_report.pdf)
- Etikan, I. (2016). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Girmscheid, G. (2005). Industrialization in Building Construction Production Technology or Management Concept? *BRISK Binary Robust Invariant Scalable Keypoints*. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-010025751>
- Gliem, J. A., & Gliem, R. R. (2003). Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales. *Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales*, 10. <https://scholarworks.iupui.edu/handle/1805/344>
- Jaillon, L., & Poon, C. S. (2008). Sustainable construction aspects of using prefabrication in dense urban environment: A Hong Kong case study. *Construction Management and Economics*, 26(9), 953–966. <https://doi.org/10.1080/01446190802259043>
- Low, P., & Choong, C. (2001). Just-In-Time management of precast concrete components. *Journal of Construction Engineering and Management*, December, 494–501.
- Mao, C., Shen, Q., Pan, W., & Ye, K. (2015). Major Barriers to Off-Site Construction: The Developer's Perspective in China. *Journal of Management in Engineering*, 31(3), 04014043. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000246](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000246)
- Mascha, E. J., & Vetter, T. R. (2018). Significance, errors, power, and sample size: The blocking and tackling of statistics. *Anesthesia and Analgesia*, 126(2), 691–698. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002741>
- McKay, L. J. (2010). The effect of offsite construction on occupational health and safety. *Design*, 1–323. <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace/handle/2134/6381>
- Mitropoulos, P., & Tatum, C. B. (2000). Forces driving adoption of new information technologies. *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5)(February), 340–348. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2000\)126:5\(340\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2000)126:5(340))
- Monahan, J., & Powell, J. C. (2011). An embodied carbon and energy analysis of modern methods of construction in housing: A case study using a lifecycle assessment framework. *Energy and Buildings*, 43(1), 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.09.005>
- Oliveira, T., & Martins, M. F. (2011). Literature review of information technology

- adoption models at Firm Level. *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 14(1), 110–121.
- Oliveira, T., Thomas, M., & Espadanal, M. (2014). Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors. *Information and Management*, 51(5), 497–510. <https://doi.org/10.1016/j.im.2014.03.006>
- Pan, M., & Pan, W. (2019). Determinants of Adoption of Robotics in Precast Concrete Production for Buildings. *Journal of Management in Engineering*, 35(5). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000706](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000706)
- Phang, T. C. H., Chen, C., & Tiong, R. L. K. (2020). New Model for Identifying Critical Success Factors Influencing BIM Adoption from Precast Concrete Manufacturers' View. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(4), 04020014. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001773](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001773)
- Polat, G. (2008). Factors Affecting the Use of Precast Concrete Systems in the United States. *Journal of Architectural Engineering*, 134(3). [https://doi.org/https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2008\)134:3\(169\)](https://doi.org/https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:3(169))
- Ramaswamy, Gangwar, H., & R, H. D. (2015). Journal of Enterprise Information Management Understanding determinants of cloud computing adoption using an integrated TAM-TOE model. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(1), 107–130.
- Rogers, E. (1983). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Sacks, R. (2004). Evaluation of Economic Impact of Three-Dimensional Modeling in Precast Concrete Engineering. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 18(4), 301–312. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0887-3801\(2004\)18:4\(301\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0887-3801(2004)18:4(301))
- Sampieri, R. H. (2008). *Metodología de la Investigación*. México: Mc.Graw-Hill.
- Sanjuán, F. J. (29 de Abril de 2019). *Economipedia.com*. Obtenido de Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/mediana.html>
- Sayginer, C., & Ercan, T. (2020). Understanding determinants of cloud computing adoption using an integrated diffusion of innovation (Doi)-technological, organizational and environmental (TOE) model. *Humanities and Social Sciences Reviews*, 8(1), 91–102. <https://doi.org/10.18510/hssr.2020.8115>
- Scheer, S., Santos, A., Quevedo, J. R. S., Filho, J. M., & Boiça, S. M. R. (2005). IT as a success factor for a lean construction system in a precast concrete construction industry. *Proceedings of the 2005 ASCE International Conference on Computing in Civil Engineering*, 1707–1718. [https://doi.org/10.1061/40794\(179\)160](https://doi.org/10.1061/40794(179)160)
- Schillewaert, N., Ahearne, M. J., Frambach, R. T., & Moenaert, R. K. (2005). The adoption of information technology in the sales force. *Industrial Marketing Management*, 34(4 SPEC ISS.), 323–336. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2004.09.013>
- Schober, P., Bossers, S. M., & Schwarte, L. A. (2018). Statistical significance versus clinical importance of observed effect sizes: What do p values and confidence intervals really represent? *Anesthesia and Analgesia*, 126(3), 1068–1072. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002798>

- Schober, P., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia and Analgesia*, 126(5), 1763–1768.  
<https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Succar, B. (2010). *Building Information Modelling Maturity Matrix*. 65–103.  
<https://doi.org/10.4018/978-1-60566-928-1.ch004>
- Tam, V. W. Y., Tam, C. M., Zeng, S. X., & Ng, W. C. Y. (2007). Towards adoption of prefabrication in construction. *Building and Environment*, 42(10), 3642–3654.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.003>
- Tamayo, G. (2001). Diseños muestrales en la investigación. *Semestre Económico*, 4(7), 121–132.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach’s alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Teng, Y., Li, K., Pan, W., & Ng, T. (2018). Reducing building life cycle carbon emissions through prefabrication: Evidence from and gaps in empirical studies. *Building and Environment*, 132, 125–136.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.01.026>
- Tornatzky, L. G., Fleischer, M., & Chakrabarti, A. K. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington, Mass: Lexington Books.
- Tushman, M., & Nadler, D. (1986). Organizing for Innovation. *California Management Review*, 28(3), 74–92. <https://doi.org/10.2307/41165203>
- Vetter, T. R. (2017). Fundamentals of Research Data and Variables: The Devil Is in the Details. *Anesthesia and Analgesia*, 125(4), 1375–1380.  
<https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002370>
- Wang, Z., Hu, H., Gong, J., Ma, X., & Xiong, W. (2019). Precast supply chain management in off-site construction: A critical literature review. *Journal of Cleaner Production*, 232, 1204–1217.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.229>

## CAPÍTULO 10. ANEXOS

### Factores clave que influyen en la aceptación de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción

La presente encuesta forma parte del proyecto de investigación "Factores clave que influyen en la aceptación de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción" del Departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

El público objetivo de esta encuesta son diseñadores estructurales, contratistas, gerencias de proyecto, supervisión, clientes de construcción, y cualquier profesional con experiencia en la industria de la construcción.

Esta encuesta es anónima. En ningún momento se solicitarán datos sensibles. La investigación seguirá las mejores prácticas de protección de datos. Si tuviera alguna consulta en la forma en que se tratarán los datos, puede comunicarse a [fernandoj.sierra@pucp.edu.pe](mailto:fernandoj.sierra@pucp.edu.pe)

---

**\*Obligatorio**

1. Por favor, indique el país donde trabaja: \*

*Marca solo un óvalo.*

- Perú
- Chile
- Colombia
- Bolivia
- Otro: \_\_\_\_\_

2. Por favor, indique su profesión: \*

*Marca solo un óvalo.*

- Ingeniero(a) Civil
- Arquitecto(a)
- Otro: \_\_\_\_\_

3. Por favor, indique sus años de experiencia profesional: \*

\_\_\_\_\_

4. Por favor, indique sus años de experiencia con el uso de elementos estructurales prefabricados: \*

\_\_\_\_\_

5. Por favor, indique el número de trabajadores (staff sin personal obrero) de la empresa donde labora: \*

*Marca solo un óvalo.*

- 1 a 10 trabajadores
- 11 a 50 trabajadores
- 51 a 250 trabajadores
- Más de 250 trabajadores

6. Por favor, indique el tipo de empresa donde labora: \*

*Marca solo un óvalo.*

- Cliente
- Oficina de arquitectura
- Oficina de ingeniería estructural
- Constructora
- Gerencia de proyectos
- Proveedor de prefabricados
- Otro: \_\_\_\_\_

7. Identificar los elementos prefabricados que han sido adoptados por su organización \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Losas
- Vigas
- Columnas
- Placas
- Escaleras
- No se ha adoptado ninguno

Otro:  \_\_\_\_\_

8. Seleccione el tipo o los tipos de proyectos en donde ha adoptado elementos estructurales prefabricados \*

Selecciona todos los que correspondan.

- Vivienda masiva
- Edificio multifamiliar
- Edificio oficinas/uso mixto
- Centro comercial
- Proyectos educativos: colegios, universidades
- Proyectos de salud: hospitales, clínicas
- Proyecto Industrial
- Puentes
- No he adoptado prefabricados

Otro:  \_\_\_\_\_

Salta a la pregunta 9

**Factores clave que influyen en la aceptación de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción**

A continuación se muestran varios factores que pueden tener un impacto en la aceptación de elementos estructurales prefabricados. A partir de su experiencia, por favor evalúe los siguientes factores en las escalas: (1) Totalmente en desacuerdo, (2) En desacuerdo, (3) De acuerdo, (4) Totalmente de acuerdo, No sé/No aplica .

9. Considero que el uso de elementos estructurales prefabricados nos permite: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|   | (1) Totalmente en desacuerdo | (2) En desacuerdo     | (3) De acuerdo        | (4) Totalmente de acuerdo | No sé/No aplica       |
|---|------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Aumentar la seguridad en obra                     | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |
| Aumentar la productividad                         | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |
| Mejorar la calidad de nuestras operaciones        | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |
| Mejorar la competitividad de nuestra organización | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |

10. Considero que los elementos estructurales prefabricados: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|  | (1) Totalmente en desacuerdo | (2) En desacuerdo     | (3) De acuerdo        | (4) Totalmente de acuerdo | No sé/No aplica       |
|--|------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Son compatibles con la madurez digital de la empresa       | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |
| Son fáciles de instalar en obra                            | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |
| Están alineados con las prácticas existentes de la empresa | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |

11. Considero que los elementos estructurales prefabricados: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|  | (1) Totalmente en desacuerdo | (2) En desacuerdo     | (3) De acuerdo        | (4) Totalmente de acuerdo | No sé/No aplica       |
|--|------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Nos exponen a retrasos en obra por entregas tardías            | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |
| Ocupan mucho tiempo para instalar                              | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |
| Son difíciles de integrar con la metodología actual de trabajo | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |

Factores clave que influyen en la aceptación de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción

12. Con respecto al uso de elementos estructurales prefabricados, nuestra organización: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|   | (1)<br>Totalmente en<br>desacuerdo | (2) En<br>desacuerdo  | (3) De<br>acuerdo     | (4)<br>Totalmente<br>de acuerdo | No<br>sé/No<br>aplica |
|---|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Contrata personal con conocimientos de prefabricados                                    | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Cuenta con el software necesario para implementar elementos estructurales prefabricados | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Destina recursos económicos para implementar prefabricados                              | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |



13. Con respecto a mi capacitación sobre los elementos estructurales prefabricados, considero que \*

Marca solo un óvalo por fila.

|   | (1)<br>Totalmente<br>en<br>desacuerdo | (2) En<br>desacuerdo  | (3) De<br>acuerdo     | (4)<br>Totalmente<br>de acuerdo | No<br>sé/No<br>aplica |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Mi empresa me brindó una capacitación completa sobre el uso de prefabricados  | <input type="radio"/>                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Mi nivel de comprensión mejoró sustancialmente después de pasar por un programa de capacitación sobre el uso de prefabricados | <input type="radio"/>                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| La capacitación me brindó confianza para el uso de prefabricados  | <input type="radio"/>                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |

14. En relación a los elementos estructurales prefabricados, la gerencia: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|   | (1)<br>Totalmente en<br>desacuerdo | (2) En<br>desacuerdo  | (3) De<br>acuerdo     | (4)<br>Totalmente<br>de acuerdo | No<br>sé/No<br>aplica |
|---|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Se involucra en el proceso de innovación                  | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Considera que la adopción de prefabricados es estratégica | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Asume riesgos asociados a la adopción de prefabricados    | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |

15. Nos aseguramos que los proveedores de elementos estructurales prefabricados: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|  | (1)<br>Totalmente en<br>desacuerdo | (2) En<br>desacuerdo  | (3) De<br>acuerdo     | (4)<br>Totalmente<br>de acuerdo | No<br>sé/No<br>aplica |
|--|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Tengan una experiencia adecuada para la prestación de sus servicios  | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Sean flexibles con nuestras solicitudes de despacho de prefabricados | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Implementen una sólida gestión de entrega                            | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Implementen una sólida gestión de calidad                            | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |



16. Con respecto al uso de elementos estructurales prefabricados en la industria de la construcción: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|   | (1)<br>Totalmente en<br>desacuerdo | (2) En<br>desacuerdo  | (3) De<br>acuerdo     | (4)<br>Totalmente<br>de acuerdo | No<br>sé/No<br>aplica |
|---|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Las empresas competidoras han implementado elementos estructurales prefabricados  | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| La industria de la construcción ha implementado elementos estructurales prefabricados debido a la competencia entre empresas                    | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Las organizaciones líderes de nuestra industria de la construcción están comprometidas con la adopción de elementos estructurales prefabricados | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |



17. Nuestra organización considera que los clientes de construcción:

Marca solo un óvalo por fila.

|  | (1)<br>Totalmente en<br>desacuerdo | (2) En<br>desacuerdo  | (3) De<br>acuerdo     | (4)<br>Totalmente<br>de acuerdo | No<br>sé/No<br>aplica |
|--|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Influyen en el uso de<br>elementos<br>estructurales<br>prefabricados                               | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Están listos para<br>hacer proyectos con<br>elementos<br>estructurales<br>prefabricados            | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Exigen el uso de<br>elementos<br>estructurales<br>prefabricados al<br>hacer proyectos con<br>ellos | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |



18. Considero que: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|  | (1)<br>Totalmente<br>en<br>desacuerdo | (2) En<br>desacuerdo  | (3) De<br>acuerdo     | (4)<br>Totalmente<br>de acuerdo | No<br>sé/No<br>aplica |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| La estandarización de componentes podría influir positivamente en la adopción de elementos estructurales prefabricados | <input type="radio"/>                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| El apoyo del gobierno podrían impulsar la adopción de elementos estructurales prefabricados                            | <input type="radio"/>                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Hemos adoptado elementos estructurales prefabricados para poder contratar con el Estado                                | <input type="radio"/>                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |



19. Considero que la adopción de elementos estructurales prefabricados: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|  | (1)<br>Totalmente<br>en<br>desacuerdo | (2) En<br>desacuerdo  | (3) De<br>acuerdo     | (4)<br>Totalmente<br>de acuerdo | No<br>sé/No<br>aplica |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Reducirá las aglomeraciones dentro de la obra, necesarias por la pandemia          | <input type="radio"/>                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Ayudará a mantener el distanciamiento social en la obra, necesario por la pandemia | <input type="radio"/>                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Mejorará la seguridad y salud de los trabajadores en época de pandemia             | <input type="radio"/>                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |

20. La organización tiene la intención de: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|  | (1)<br>Totalmente en<br>desacuerdo | (2) En<br>desacuerdo  | (3) De<br>acuerdo     | (4)<br>Totalmente<br>de acuerdo | No<br>sé/No<br>aplica |
|--|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Usar elementos estructurales prefabricados apenas sea posible                | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Usar elementos estructurales prefabricados en el próximo proyecto            | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Aprender a planificar proyectos usando elementos estructurales prefabricados | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |

21. Considero que mi empresa: \*

Marca solo un óvalo por fila.

|   | (1)<br>Totalmente en<br>desacuerdo | (2) En<br>desacuerdo  | (3) De<br>acuerdo     | (4)<br>Totalmente<br>de acuerdo | No<br>sé/No<br>aplica |
|---|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Ha adoptado<br>elementos<br>estructurales<br>prefabricados en sus<br>proyectos          | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Adopta elementos<br>estructurales<br>prefabricados en la<br>mayoría de los<br>proyectos | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |
| Hace negocios<br>estratégicos con<br>proveedores de<br>prefabricados                    | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> |

