

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

**Aplicación del modelo de innovación en el sector de la construcción en  
Guayaquil.**

**AUTORES:**

**Mendoza Salvatierra, Estuardo Alejandro**

**Rodríguez Apolo, Danny Oswaldo**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
INGENIERO CIVIL**

**TUTOR:**

**Ing. Vera Armijos, Jorge Xavier, M.Sc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**08 de septiembre del 2023**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por y **Mendoza Salvatierra, Estuardo Alejandro y Rodríguez Apolo, Danny Oswaldo**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

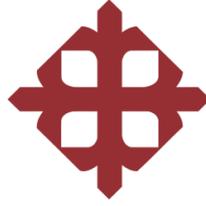
**Ing. Vera Armijos, Jorge Xavier, M.Sc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Stefany Esther Alcívar Bastidas, M.Sc.**

**Guayaquil, a los 8 días del mes de septiembre del año 2023**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, **Mendoza Salvatierra, Estuardo Alejandro**  
**Rodríguez Apolo, Danny Oswaldo**

**DECLARAMOS QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Aplicación del modelo de innovación en el sector de la construcción en Guayaquil**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 8 días del mes de septiembre del año 2023**

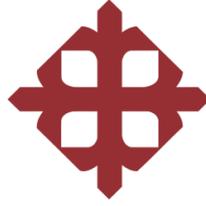
**LOS AUTORES**

---

**Rodríguez Apolo, Danny Oswaldo**

---

**Mendoza Salvatierra, Estuardo Alejandro**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**AUTORIZACIÓN**

Nosotros, **Mendoza Salvatierra, Estuardo Alejandro**  
**Rodríguez Apolo, Danny Oswaldo**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Aplicación del modelo de innovación en el sector de la construcción en Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 8 días del mes de septiembre del año 2023**

**LOS AUTORES**

---

**Rodríguez Apolo, Danny Oswaldo**

---

**Mendoza Salvatierra, Estuardo Alejandro**

# REPORTE COMPILATO



CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

RODRIGUEZ\_DANNY,  
MENDOZA\_ESTUARDO\_FINAL

< 1%  
Similitudes



< 1% Texto entre comillas  
0% similitudes entre comillas  
1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: RODRIGUEZ\_DANNY,  
MENDOZA\_ESTUARDO\_FINAL.docx  
ID del documento: 6d0c491af9555d8d63b564f7438f127e853b5d11  
Tamaño del documento original: 2,73 MB

Depositante: Clara Catalina Glas Cevallos  
Fecha de depósito: 20/9/2023  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 20/9/2023

Número de palabras: 17.533  
Número de caracteres: 114.893

Ubicación de las similitudes en el documento:



**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Jorge Xavier Vera Armijos, M.Sc.**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios, quien me ha guiado durante toda la vida y por darme la fortaleza que he necesitado para seguir adelante y nunca rendirme.

Un especial agradecimiento a mis padres, Luis Oswaldo Rodriguez y Lorena María Apolo, por todo el apoyo que me han brindado desde el inicio de mis estudios, guiándome, aconsejándome, inculcándome valores cada día y la motivación que me han brindado por que sin ustedes no sería posible concluir esta etapa final.

A mis hermanos Jacob Rodríguez y Melany Rodríguez, que siempre los tengo en cuenta y me han apoyan en lo que está a su alcance.

A mi compañero y amigo Estuardo Mendoza, quien ha permanecido en los proyectos que hemos trabajado a lo largo de la carrera y ha sido fundamental en este camino.

A mi tutor de tesis el Ing. Jorge Vera Armijos quien estuvo en el proceso de la elaboración de este trabajo y por la paciencia brindada.

A mis compañeros de la carrera que de cierta forma me han ayudado en cada ciclo transcurrido.

**Danny Oswaldo Rodriguez Apolo**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi padre Estuardo Mendoza Espinoza por todo el sacrificio y esfuerzo que dio por mí en vida y guiarme hasta mi graduación de colegio. A mi mamá Dorys Salvatierra Almeida que desde que ingrese a la universidad ha sido la que me apoyo y me daba motivación para poder llegar al final de la carrera.

A mis tías Sara Salvatierra Almeida y Catalina Prudente Tomalá que me han apoyado en todo lo que han podido, incluso en los momentos más difíciles siempre estuvieron ahí para darme ánimos y siempre guiarme para poder seguir adelante.

Al Dr. Edmundo Vera que ha brindado su apoyo a mi familia desde que forma parte de ella.

A mi hermano Juan Carlos Mendoza que siempre me dio ánimos y apoyo cuando me faltaba el tiempo por las diversas horas de estudio a lo largo de la carrera.

A mis amigos y compañeros que he tenido presentes durante toda esta etapa universitaria y también a los que conocí antes de iniciarla, sobre todo a mi mejor amiga Lady Correa Vivanco, que ha estado junto a mí desde el colegio y que siempre me ha dado ánimos, me ha dado apoyo en mis momentos tristes y ha sido parte de esta aventura que ha sido la vida universitaria.

A mi compañero y amigo Danny Rodríguez Apolo y a mi tutor el Ing. Jorge Vera Armijos por su orientación a lo largo de la tesis.

Al Ing. Renato Parodi Zambrano que me ayudo estudiando en varias materias a lo largo de la carrera.

A todas aquellas personas que me han ayudado a contemplar con éxito mi trabajo de titulación. Gracias por todo.

**Estuardo Alejandro Mendoza Salvatierra**

## **DEDICATORIA**

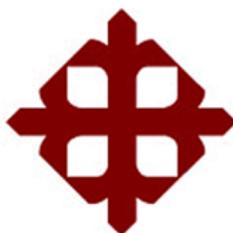
Este trabajo va dedicado para mis padres, porque son fundamentales en mi vida y por todo el sacrificio que han hecho por mí.

**Danny Oswaldo Rodriguez Apolo**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación es dedicado a mi familia y amigos que me han apoyado a lo largo de mi carrera universitaria y me motivaron a no rendirme para cumplir mis metas.

**Estuardo Alejandro Mendoza Salvatierra**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Jorge Xavier Vera Armijos, M.Sc.**

TUTOR

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Federico von Buchwald de Janon, Ph. D.**

DECANO

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Nancy Varela Terreros, Ph.D.**

DELEGADO DE ÁREA

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Stefany Alcívar Bastidas, M.Sc.**

OPONENTE

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Capítulo I.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>2</b>
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Metodología.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos .....	3
1.4. Alcance .....	4
1.5. Justificación .....	4
<b>Capítulo II .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Generalidades .....</b>	<b>5</b>
2.1. Importancia del sector de la construcción en Ecuador .....	5
2.2. PIB en la construcción (Producto Interno Bruto) en Ecuador.....	5
2.3. Empleo generado por la industria de la construcción en Ecuador.....	6
2.4. Sector de la construcción por provincia.....	8
<b>Capítulo III.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Marco Teórico .....</b>	<b>10</b>
3.1. Innovación como concepto .....	10
3.2. Propósito de la innovación en ámbito económico .....	10
3.3. Gestión de la innovación .....	11
3.4. Tipos de innovación.....	12
3.4.1. Innovación de un producto.....	12
3.4.2. Innovación de un proceso.....	13
3.4.3. Innovación Comercial .....	13
3.4.4. Innovación Organizativa .....	14
3.5. ¿Qué es un modelo de innovación? .....	14
3.6. Importancia de Innovar.....	15
3.7. ¿Qué es innovación tecnológica?.....	16
3.8. Innovación tecnológica en la construcción .....	17
3.9. Clasificación de la innovación tecnológica en el ámbito constructivo.....	17
3.9.1. Nivel de empresa .....	17
3.9.2. Nivel de proyecto .....	17
3.9.3. Nivel operacional.....	18
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>19</b>
<b>4. Modelos y métodos de Innovación .....</b>	<b>19</b>

4.1.	Modelo tecnológico: Hormigón usando HIPs como agregados .....	19
4.1.1.	Hormigón.....	19
4.1.2.	Poliestireno de alta resistencia (HIPs) proveniente de los residuos-e (desechos electrónicos) .....	19
4.1.3.	Aplicación en la construcción .....	20
4.1.4.	Ventajas .....	20
4.1.5.	Desventajas.....	21
4.2.	Modelo I+D+I.....	21
4.2.1.	Definición .....	21
4.2.2.	Aplicación en la construcción .....	21
4.2.3.	Ventajas .....	23
4.2.4.	Desventajas.....	23
4.3.	Modelo tecnológico: Realidad Aumentada .....	23
4.3.1.	Definición .....	23
4.3.2.	Aplicación en la construcción .....	24
4.4.	Sistemas Constructivos ICF (Formas de concreto aisladas).....	25
4.4.1.	Definición .....	25
4.4.2.	Aplicación en la construcción .....	25
4.4.3.	Ventajas del ICF.....	27
4.4.4.	Desventajas del ICF.....	27
4.5.	Metodología ERP.....	28
4.5.1.	Definición del modelo de innovación ERP .....	28
4.5.2.	Aplicación en la construcción .....	28
4.5.3.	Ventajas del modelo ERP.....	29
4.5.4.	Desventajas del modelo ERP.....	30
<b>Capítulo V</b>	.....	<b>31</b>
<b>5. Marco Metodológico</b>	.....	<b>31</b>
5.1.	Tipos de conflictos en la industria de la construcción dentro de la ciudad de Guayaquil a falta de innovación .....	31
5.1.1.	Problemas relacionados con el personal .....	31
5.1.2.	Problemas en la facturación.....	32
5.1.3.	Gastos no contabilizados .....	32
5.1.4.	Errores comunes al ejecutar proyectos .....	32
5.1.5.	Materiales baja y/o mala calidad .....	32
5.2.	Entrevistas a profesionales y Focus Group.....	33
5.2.1.	Entrevista 1 .....	34
5.2.2.	Entrevista 2.....	39
5.2.3.	Entrevista 3.....	43

5.2.4.	Entrevista 4.....	47
5.2.5.	Focus Group .....	49
<b>Capítulo VI.....</b>		<b>55</b>
<b>6.</b>	<b>Modelo Propuesto.....</b>	<b>55</b>
6.1.	Metodología Lean Construction .....	55
6.2.	Principios de Lean Construction.....	56
6.3.	Propuesta para empresa constructora.....	57
6.3.1.	Detalles de la Empresa .....	57
6.3.2.	Comparación modelo tradicional vs Lean – Primera Fase .....	58
6.3.3.	Herramientas de Lean Construction – Segunda Fase.....	59
6.3.4.	Modelos para ejecutar proyectos de Filosofía Lean – Tercera Fase .....	66
6.3.5.	Sistema para ejecutar proyectos Lean – Cuarta Fase .....	67
6.4.	Conceptos necesarios para implementar en una constructora aplicando I+D+i 69	
6.5.	Comparación para empresa constructora .....	71
<b>7.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>72</b>
<b>8.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>73</b>
<b>9.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> VAB (Valor Agregado Bruto) de la Construcción .....	6
<b>Figura 2</b> <i>Construcción de edificios</i> .....	7
<b>Figura 3</b> <i>Obras de Ingeniería civil</i> .....	7
<b>Figura 4</b> <i>Actividades especializadas de la construcción</i> .....	7
<b>Figura 5</b> <i>Porcentaje de empresas domiciliadas para construcción de edificios 2021</i> ..	8
<b>Figura 6</b> <i>Porcentaje de empresas para construcción de obras de ingeniería civil 2021</i> .....	9
<b>Figura 7</b> <i>Porcentaje de empresas de actividades especializadas de la construcción</i> <i>2021</i> .....	9
<b>Figura 8</b> <i>Propósito de la innovación</i> .....	11
<b>Figura 9</b> <i>Elementos necesarios para la innovación</i> .....	12
<b>Figura 10</b> <i>Modelo Paralelo</i> .....	15
<b>Figura 11</b> <i>Modelo para integración sistémica</i> .....	15
<b>Figura 12</b> <i>Modelo de Gestión I+D+i para constructoras</i> .....	22
<b>Figura 13</b> <i>Software empleando la Realidad Aumentada</i> .....	24
<b>Figura 14</b> <i>Proceso de implementación en una obra o proyecto para construcción en</i> <i>RA</i> .....	25
<b>Figura 15</b> <i>Detalle del sistema ICF</i> .....	26
<b>Figura 16</b> <i>Sistema de producción convencional</i> .....	58
<b>Figura 17</b> <i>Sistema de producción Transformación-Flujo-Valor o Lean</i> .....	58
<b>Figura 18</b> <i>Ejemplificación de un patrón de procedimiento convencional para la</i> <i>disposición de bloques</i> .....	59
<b>Figura 19</b> <i>Ejemplificación de un patrón de procedimiento Lean para colocar bloques</i> .....	59
<b>Figura 20</b> <i>Planificación estándar</i> .....	60
<b>Figura 21</b> <i>Modelo estándar para planificación</i> .....	61
<b>Figura 22</b> <i>Modelo Lean para planificación</i> .....	61
<b>Figura 23</b> <i>Modelo de planificación - Lean</i> .....	62
<b>Figura 24</b> <i>Gráfico esquemático Lean – Planificación</i> .....	63
<b>Figura 25</b> <i>Modelo tradicional de ejecución de proyecto vs modelo integrado de</i> <i>ejecución de proyectos</i> .....	67

**Figura 26** *Lean Project Delivery System* ..... 69

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1** Desperdicios en la producción tomada..... 55

**Tabla 2** Implementación de conceptos del I+D+i en empresas constructoras..... 69

**Tabla 3** Comparación de una empresa constructora sin aplicar el método Lean  
Construction vs aplicando el método. .... 71

## RESUMEN

En el presente trabajo se explican distintos métodos y modelos innovadores aplicados en distintas partes del mundo por empresas constructoras para la planificación y construcción de obras civiles. El fin de este trabajo es investigar características, ventajas y desventajas de cada método para desarrollar uno que se pueda aplicar en el sector de la construcción de la ciudad de Guayaquil. El modelo innovador se presenta como una solución a los diversos problemas de productividad, eficiencia y rentabilidad que las metodologías tradicionales acarrearán desde varios años atrás en la ciudad de Guayaquil. Luego de analizar los distintos métodos propuestos mediante investigaciones, visitas técnicas a obras y empresas, entrevistas a profesionales en el sector de la construcción de la ciudad de Guayaquil, y, realizar un Focus Group para recopilar los comentarios de los participantes sobre los métodos innovadores presentados. Se llegó a la conclusión que el modelo de innovación que más se adapta a las necesidades organizacionales y de infraestructura de las empresas constructoras en la ciudad de Guayaquil es el I+D+i, aplicando la metodología Lean Construction. Esta metodología ayuda a las empresas a disminuir o suprimir las labores de prioridad baja para proyectos y mejorar las distintas tareas, lo cual resulta en menores costos de producción y menores tiempos de entrega del producto.

**Palabras clave:** Planificación, constructoras, obras civiles, modelo innovador, focus group, innovación, metodología.

## **ABSTRACT**

This paperwork explains various innovative methods and models applied in different parts of the world by construction companies for planning and construction of civil projects. The purpose of this work is to investigate the characteristics, advantages, and disadvantages of each method to develop one that can be applied in the construction industry in Guayaquil city. The innovative model is presented as a solution to the productivity, efficiency, and profitability problems that traditional methodologies have carried in Guayaquil city for several years. After analyzing the different proposed methods through research, technical visits to projects and companies, interviews with professionals in the construction area of Guayaquil city, and conducting a Focus Group to gather participants' feedback on the presented innovative methods, the conclusion was that the innovation model that best suits for the organizational and infrastructure needs of construction companies in Guayaquil city is I+D+I model, with the application of Lean Construction methodology. This methodology helps companies reduce or eliminate low-priority tasks for projects and improve various processes, resulting in lower production costs and shorter product delivery times.

**Keywords:** Planning, construction companies, civil projects, innovative model, focus group, innovation, methodology.

# **Capítulo I**

## **1. Introducción**

La industria de la construcción es un sector fundamental en la economía del país, ya que se encarga de la edificación de todo tipo de estructuras las cuales son fundamentales para el desarrollo y el funcionamiento de la sociedad. Cabe recalcar que no solo tiene un impacto significativo en el desarrollo del país, generando empleos o contribuyendo al Producto Interno Bruto (PIB), sino que también juega un rol importante en la mejora de la calidad de vida de las personas al proporcionarles infraestructuras modernas y seguras. Así que se caracteriza por ser altamente dinámica y siempre estar en constante evolución, debido a los avances tecnológicos, los cambios de normativas, nuevas regulaciones y la mayor demanda cambiante de los clientes. Este sector se enfrenta a diversos desafíos los cuales deben tener soluciones creativas, por lo tanto, es ahí donde la innovación es clave para ayudar a enfrentarlos y así impulsar el desarrollo y mejora continua de esta enorme industria.

### **1.1. Antecedentes**

En Guayaquil, la gran mayoría de proyectos y obras de construcción se los realiza con metodologías y procesos antiguos, volviéndolos ineficientes y con debilidades en la parte de seguridad, calidad y especialmente en el tema económico. Las empresas del sector de la construcción no invierten en investigación, desarrollo e innovación en sus procesos constructivos. Es importante que las empresas apliquen modelos de innovación a sus actividades y procesos con el objetivo de desarrollar ventajas competitivas y aumentar su eficiencia y productividad.

## **1.2. Metodología**

El proyecto se lo realizará utilizando metodología analítica y descriptiva enfocándose en una revisión profunda de literatura para abarcar conceptos claves y, a su vez indagar y describir los modelos de innovación. Para con ello poder realizar entrevistas a profesionales en el sector de la construcción con conocimientos de ideas innovadoras.

Una vez realizado ese paso se organizará un focus group con expertos y participantes en el sector de la construcción para recopilar ideas las cuales servirán más adelante para su clasificación y análisis de resultados. Finalmente, se elegirá un método o modelo de innovación para adaptarlo a una empresa constructora en Guayaquil.

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1. Objetivo General***

Aplicar un modelo en empresas dedicadas a la construcción para mejoras en productividad, eficiencia y rentabilidad.

### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- Explicar los conceptos de innovación de empresas para poder dar énfasis al proyecto en su totalidad.
- Determinar el estado actual y diagnosticar los problemas relacionados con la innovación en el sector de la construcción dentro de la ciudad de Guayaquil.
- Aplicar y adaptar un modelo de innovación para proyectos en las empresas constructoras en Guayaquil.

#### **1.4. Alcance**

La investigación plantea la propuesta de un modelo de innovación que se adapte de forma eficiente en las empresas constructoras de la ciudad de Guayaquil.

#### **1.5. Justificación**

La investigación tiene como finalidad analizar un modelo de innovación el cual pueda ser aplicable para las empresas constructoras, debido a que existe la necesidad de aplicar métodos nuevos los cuales apoyarán construcciones tanto en ámbito organizativo como en la ejecución de proyectos, considerando las circunstancias y constantes cambios que enfrenta la ciudad de Guayaquil.

## **Capítulo II**

### **2. Generalidades**

#### **2.1. Importancia del sector de la construcción en Ecuador**

El sector de la construcción es muy importante para el incremento económico del Ecuador, es decir, este refleja el comportamiento macroeconómico, ya que presenta un desempeño similar a la economía como totalidad (Robles Rodríguez & Velázquez García, 2001). Cada año se realizan múltiples obras tanto públicas como privadas y esto es un factor muy elemental a denotar por lo que ayuda a generar empleo y a su vez reducir considerablemente la tasa de desempleo en el País.

Otro punto importante es que el desarrollo de múltiples infraestructuras tales como: carreteras, puentes, aeropuertos, hospitales, viviendas, entre otros, ayudan a promover el turismo, facilitan el comercio y por supuesto obtienen una calidad de vida en mejor condición.

En general el efecto que genera este sector, es multiplicador, debido a que cuando se necesita invertir en cualquier tipo de proyecto de construcción, va a existir una demanda de materiales y son necesarios para construir, pues así mismo contribuye al crecimiento económico general.

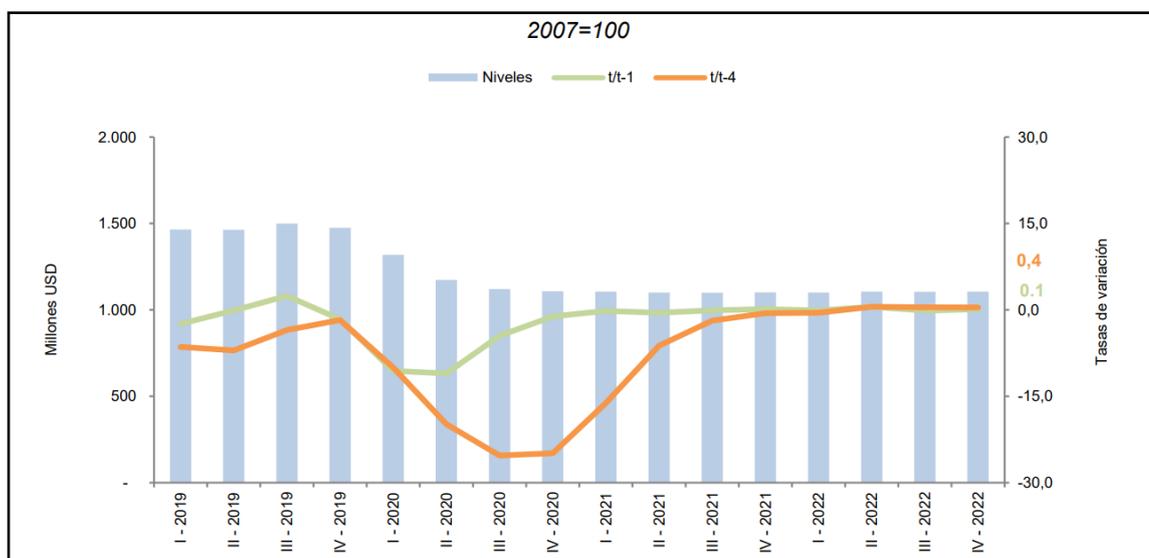
#### **2.2. PIB en la construcción (Producto Interno Bruto) en Ecuador**

Según el BCE (Banco Central del Ecuador), Basándose en los datos del 2022 el sector de la construcción obtuvo un crecimiento del 0.4% referente al cuarto trimestre del 2021, teniendo relación con el incremento de las ventas deflactadas en un 2.4%, tomando en cuenta la base de datos del Servicio de Rentas Internas (SRI) (Banco Central del Ecuador, 2023).

Por lo tanto, la industria logró alcanzar el crecimiento del 0,1%, explicado por el aumento de cifras operacionales de crédito otorgadas por el Sistema Financiero Nacional al sector en mención en un 8,4% con relación al trimestre anterior (3er trimestre del 2022) (Banco Central del Ecuador, 2023). En la Figura 1 se muestra el crecimiento frente al cuarto trimestre del 2021.

**Figura 1**

*VAB (Valor Agregado Bruto) de la Construcción*



*Nota. Tomado de INFORME DE RESULTADOS CUENTAS NACIONALES TRIMESTRALES, Cuarto trimestre de 2022 por (Banco Central del Ecuador, 2023)*

### 2.3. Empleo generado por la industria de la construcción en Ecuador

Según la (Corporación Financiera Nacional B.P, 2023) “En el año 2021 existieron 3,721 empresas que se dedicaron a la construcción de edificios, registrando 69,026 empleos (Figura 2), siendo el 99% correspondiente a empresas MiPymes; mientras que, para las actividades relacionadas a obras de ingeniería civil existieron 2,473 empresas que registraron 65,055 empleos (Figura 3). En cuanto a las actividades especializadas de la construcción se registraron 993 empresas, registrando 8,691 empleos” (Figura 4).

**Figura 2***Construcción de edificios*

<b>Tamaño</b>	<b># Empresas 2021</b>	<b># Empleados 2021</b>
Grande	53	22,265
Mediana	185	27,921
Pequeña	740	6,438
Microempresa	2,743	12,402
<b>Total general</b>	<b>3721</b>	<b>69,026</b>

*Nota. Tabla tomada de Ficha sectorial construcción subgerencia de análisis de productos y servicios por (Corporación Financiera Nacional B.P, 2023).*

**Figura 3***Obras de Ingeniería civil*

<b>Tamaño</b>	<b># Empresas 2021</b>	<b># Empleados 2021</b>
Grande	40	8,580
Mediana	113	2,615
Pequeña	463	13,798
Microempresa	1,857	40,062
<b>Total general</b>	<b>2473</b>	<b>65,055</b>

*Nota. Tabla tomada de Ficha sectorial construcción subgerencia de análisis de productos y servicios por (Corporación Financiera Nacional B.P, 2023).*

**Figura 4***Actividades especializadas de la construcción*

<b>Tamaño</b>	<b># Empresas 2021</b>	<b># Empleados 2021</b>
Grande	22	1,608
Mediana	65	1,902
Pequeña	284	2,354
Microempresa	622	2,827
<b>Total general</b>	<b>993</b>	<b>8,691</b>

*Nota. Tabla tomada de Ficha sectorial construcción subgerencia de análisis de productos y servicios por (Corporación Financiera Nacional B.P, 2023)*

## 2.4. Sector de la construcción por provincia

Según (Corporación Financiera Nacional B.P, 2023) “Para los 3 grupos de actividades asociadas a la construcción, se observó una mayor participación en las empresas domiciliadas en las provincias de Guayas y Pichincha.” Las provincias más destacadas de Ecuador tienen un papel significativo en el sector de la construcción, tanto en términos de edificaciones, proyectos de ingeniería civil y actividades especializadas en este ámbito. Esto implica que se generan numerosos puestos de trabajo y contribuyen de manera importante a la economía del país.

**Figura 5**

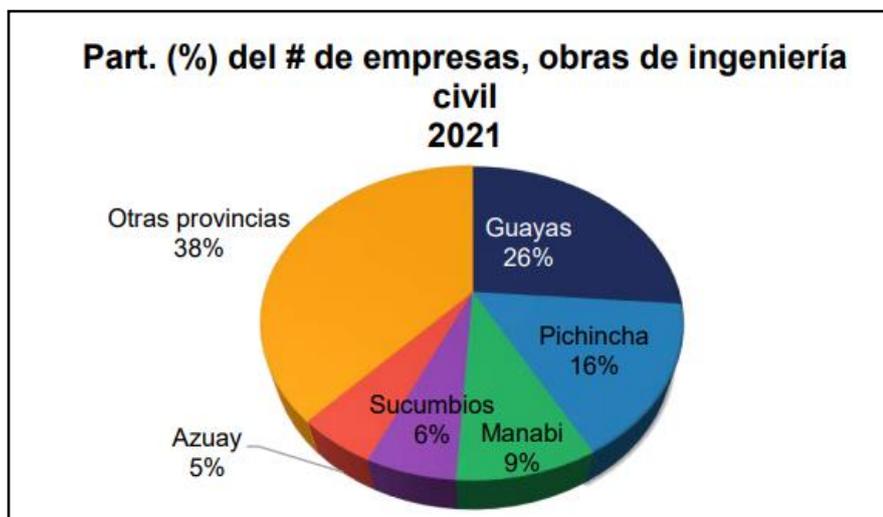
*Porcentaje de empresas domiciliadas para construcción de edificios 2021*



*Nota. Gráfico tomado de Ficha sectorial construcción subgerencia de análisis de productos y servicios por (Corporación Financiera Nacional B.P, 2023)*

**Figura 6**

*Porcentaje de empresas para construcción de obras de ingeniería civil 2021*



*Nota. Gráfico tomado de Ficha sectorial construcción subgerencia de análisis de productos y servicios por (Corporación Financiera Nacional B.P, 2023).*

**Figura 7**

*Porcentaje de empresas de actividades especializadas de la construcción 2021*



*Nota. Gráfico tomado de Ficha sectorial construcción subgerencia de análisis de productos y servicios por (Corporación Financiera Nacional B.P, 2023)*

## **Capítulo III**

### **3. Marco Teórico**

#### **3.1. Innovación como concepto**

Innovar es implementar nuevas ideas a la realidad y hacerlo de manera seguida. Por lo tanto, es un proceso que lleva consigo tiempo. Son metodologías que se puede diseñar, establecer y optimizar en las empresas y corporaciones. Un proceso que favorece la creación de una “cultura innovadora”(Güell, 2014) . Por lo tanto, la innovación se refiere al proceso de introducir nuevos métodos, ideas, productos, servicios o prácticas que resulten en mejoras significativas en diversos aspectos de la sociedad, implica el desarrollo e implementación de soluciones creativas y originales para poder afrontar los problemas que existen o a su vez aprovechar nuevas oportunidades.

En ámbito empresarial los conceptos de innovación más importantes normalmente son de tres tipos: comerciales, gerenciales u organizativas y tecnológicas (Mulet Meliá, 2006). Quiere decir que se manifiesta de muchas maneras y en ámbitos diferentes que requieran las empresas. Estas tienden a aplicar avances tecnológicos, mejoras en procesos organizacionales, cambios en un modelo de negocio, creación de algún producto revolucionario, o bien adaptación de ideas que existen en el mercado, pero llevarlas a un nuevo contexto, entre otros.

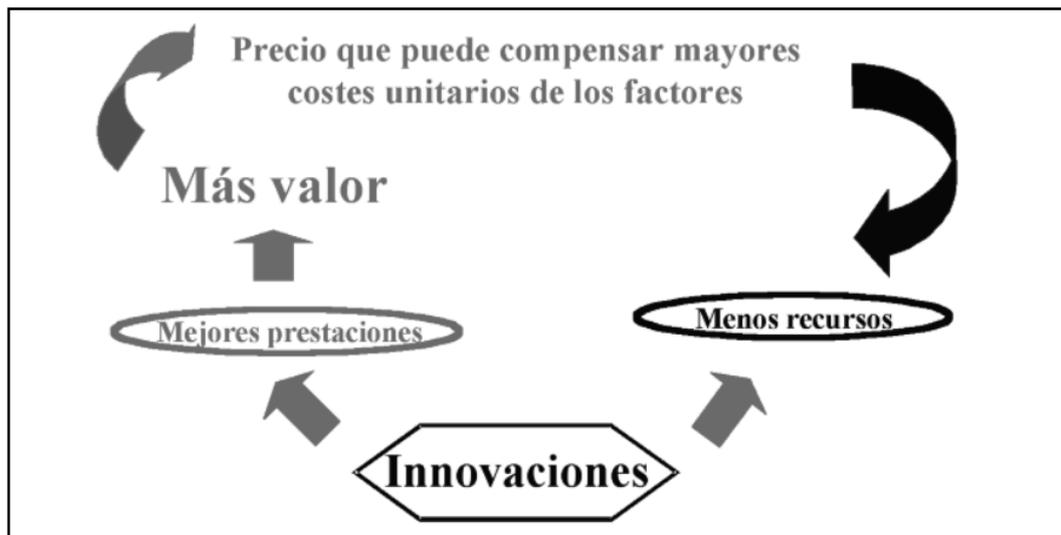
#### **3.2. Propósito de la innovación en ámbito económico**

El propósito por el que innovan (Figura 8), es porque las empresas son aptas de conseguir dos efectos importantes para su negocio. Primer propósito ofrecer productos, procesos o servicios con prestaciones mucho mejores y el segundo efecto, producirlos con menores recursos (Mulet Meliá, 2006). Si se consiguen mejores

prestaciones, lo que se ofrece será de más valor, alguna persona lo podrá valorar más, alguien estará dispuesto a pagar más por aquel producto o servicio. Cuando este producto o servicio aumenta de valor, querrá decir que se podrá vender a un mayor precio el cual compensará los costes unitarios de los factores (Mulet Meliá, 2006).

### Figura 8

*Propósito de la innovación*



*Nota. Tomado de La innovación, concepto e importancia económica por (Mulet Meliá, 2006).*

### 3.3. Gestión de la innovación

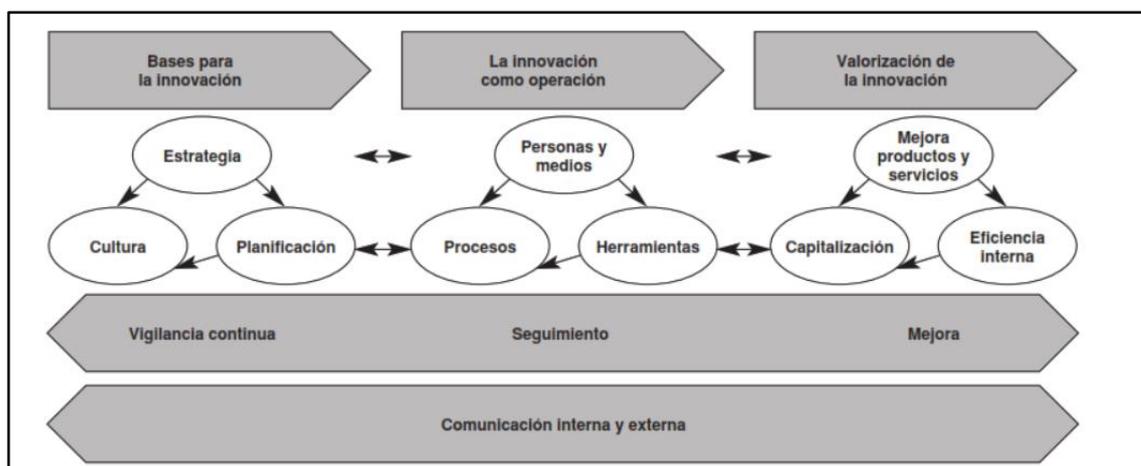
Consiste en gestionar el proceso completo desde su inicio de ideación hasta lograr que esa idea entre en el mercado. Este proceso lleva tiempo el cual implica organizar y dirigir los recursos de la empresa, con el propósito de conseguir nuevos conocimientos y así se generen nuevos productos, procesos o servicios, o a su vez mejorar los que ya se dispone (Díaz Pacheco, 2020).

Como prioridad en una organización en concepto de gestión de la innovación, se debe concretar un modelo de gestión estratégica para dicha organización, con detalle de todo el proceso de innovación como gestión, en otras palabras, que se realizará, los recursos que se utilizarán para ponerlas en marcha, fijar objetivos a los que se van a

apuntar, como será la estructura de la empresa y por supuesto un plan de acción por cumplirse, esto irá con ciertos indicadores que podrán medir la evolución y el que tanto se ha podido cumplir (Díaz Pacheco, 2020).

**Figura 9**

*Elementos necesarios para la innovación*



*Nota. Tomado de La innovación, concepto e importancia económica de (Mulet Meliá, 2006).*

### 3.4. Tipos de innovación

Existen cuatro tipos de innovaciones, tales como de: producto, proceso, comerciales y organizativas. Dicha clasificación se posiciona como el fundamento máximo hacia una definición previa de innovación tecnológica de productos y proceso que se utiliza en dicho manual (Manual de Oslo, 2007).

#### 3.4.1. Innovación de un producto

Se trata sobre un bien o servicio que es relativamente nuevo que ha sido mejorado tanto es características como de sus usos posibles. Esta innovación abarca muchas mejoras de importancia como en detalles técnicos, unidades o materiales directos, el software asociado, la usabilidad o alguna característica en función (Manual de Oslo, 2007).

Las innovaciones de algún producto manejan nuevos conocimientos o a su vez tecnología renovada, o se basan en usos totalmente nuevos o combinar conocimiento y tecnologías que ya existan. Al definir “producto” habla sobre bienes y servicios. Por tanto, las innovaciones de producto incluyen tanto la introducción de nuevos bienes y servicios como las mejoras significativas en las características funcionales o de uso de bienes y servicios ya existentes (Manual de Oslo, 2007).

#### ***3.4.2. Innovación de un proceso***

Una innovación de proceso implica la implementación de un método de producción o distribución nuevo o notablemente mejorado. Esto implica mejoras significativas en técnicas, equipamiento o software. Estas innovaciones tienen como objetivo reducir los costos unitarios de fabricación o de comercialización, incrementar calidad, desarrollar o comerciar productos nuevos o muy desarrollados (Manual de Oslo, 2007).

#### ***3.4.3. Innovación Comercial***

Una innovación comercial es la introducción de un nuevo método de comercialización que implementa importantes mejoras en el diseño o presentación del producto, en su posicionamiento, en su promoción o en su precio. Las innovaciones en el ámbito comercial tienen la finalidad de mejorar la satisfacción de las necesidades de los clientes, explorar mercados nuevos o dar una nueva posición a un producto de la empresa en el mercado, todo con el propósito de aumentar las ventas. (Manual de Oslo, 2007).

#### **3.4.4. Innovación Organizativa**

Se trata de la implementación de un enfoque organizativo inédito, que se aplica a las prácticas comerciales, la estructuración laboral o las interacciones externas de la empresa (Manual de Oslo, 2007).

Las innovaciones en la organización tienen la intención de potenciar los logros de la empresa mediante la disminución de gastos administrativos o de transacción, amplificar la satisfacción laboral (y en consecuencia, la productividad), obtener acceso a recursos no comercializables (como conocimiento externo no formalizado) o disminuir los costes de suministro (Manual de Oslo, 2007).

#### **3.5. ¿Qué es un modelo de innovación?**

Un enfoque de innovación representa la manera en que la empresa lleva a cabo el proceso de Innovación. La innovación no sigue una trayectoria lineal en la que se puedan realizar de forma secuencial actividades a cargo de diferentes unidades de la empresa (García González, 2012).

Es más apropiado y realista considerar la innovación como un proceso simultáneo (que normalmente implica la aplicación de principios de ingeniería concurrente) llevado a cabo por equipos de trabajo conformados por participantes de las áreas mencionadas, quienes desarrollan de forma simultánea las actividades necesarias. Los clientes principales y los proveedores desempeñan un papel más relevante que en el pasado, enfocándose en la cooperación (García González, 2012). En la Figura 10 se representa el modelo descrito.

**Figura 10**

*Modelo Paralelo*



*Nota. Tomado de Conceptos sobre innovación por (García González, 2012).*

**Figura 11**

*Modelo para integración sistémica*



*Nota. Tomado de Conceptos sobre innovación por (García González, 2012).*

### 3.6. Importancia de Innovar

Es crucial resaltar que la capacidad de innovar en las organizaciones se ha convertido en un factor distintivo y de gran relevancia en estos años recientes.

Únicamente las empresas que pueden innovar, que valoran el potencial de dicha innovación y presentan novedades en el mercado serán consideradas competitivas. Además, estarán en una posición adecuada para subsistir en el contexto económico actual (Haro Carrillo et al., 2017).

Dada la creciente agilidad, inestabilidad e incertidumbre en el contexto actual, estos elementos pueden ser vistos como una manifestación de por qué la innovación es tan crucial en la administración en este momento (Haro Carrillo et al., 2017).

- Globalización progresiva de mercados
- Ciclo de vida reducida de productos
- Rápidos cambios tecnológicos
- Cambios continuos en patrones de compras de los clientes

### **3.7. ¿Qué es innovación tecnológica?**

El proceso de renovación tecnológica es un procedimiento que engloba el conjunto de actividades que comienza con la identificación de necesidades tecnológicas en organizaciones del ámbito productivo y se extiende hasta la comercialización, en el mercado de dichas organizaciones, de los productos, procesos, equipos, etc., que resultan de los esfuerzos de investigación y desarrollo (I+D) u otros mecanismos (Galicía, 2015). Existen entre otras condiciones de innovaciones tecnológicas según (Galicía, 2015) :

- Implica satisfacer las demandas del sector productivo mediante la introducción de cambios técnicos que, al ser lanzados al mercado, generan repercusiones económicas y sociales.
- No implica necesariamente llevar a cabo proyectos de I+D. La generación de cambios técnicos puede basarse fundamentalmente en información técnica disponible en la literatura, normativas técnicas,

patentes, etc., o en la adquisición de tecnología producida por terceros (innovación por adopción).

- Requiere necesariamente de la participación de organizaciones del sector productivo que incorporen los cambios técnicos en sus sistemas de producción y les atribuyan una importancia económica y/o social.

### **3.8. Innovación tecnológica en la construcción**

Debido al papel crucial de la experiencia en la construcción, la innovación tecnológica es en parte un proceso de aprendizaje que se basa en sistemas empíricos y en el método de prueba y error, y en parte se desarrolla a través de la creatividad individual del personal de construcción (Serpell B., 1987).

### **3.9. Clasificación de la innovación tecnológica en el ámbito constructivo**

#### ***3.9.1. Nivel de empresa***

La innovación tecnológica debe centrarse en mejorar el rendimiento y la gestión de la empresa. También puede influir en el sistema de planificación y diseño de proyectos, así como en actividades de apoyo como adquisiciones, ingeniería de proyectos y estimación de presupuestos. Por último, las políticas generales de la empresa con respecto a la innovación tecnológica deben ser establecidas en este nivel (Serpell B., 1987).

#### ***3.9.2. Nivel de proyecto***

En este nivel, el enfoque debe ser cómo llevar a cabo el proyecto de la manera más eficiente, tanto en términos técnicos como de gestión, siendo esta última área con un gran potencial de innovación. Por último, el proceso de implementación de las innovaciones en la práctica debe ser planificado y ejecutado tanto en este nivel como en el siguiente (Serpell B., 1987).

### ***3.9.3. Nivel operacional***

La innovación tecnológica debe centrarse en mejorar las técnicas, metodologías, instrumentos y materiales utilizados en la construcción, de modo que el proceso de producción en este nivel sea altamente eficiente. Una vez más, el área de gestión presenta un gran potencial de innovación (Serpell B., 1987).

## Capítulo IV

### 4. Modelos y métodos de Innovación

#### 4.1. Modelo tecnológico: Hormigón usando HIPs como agregados

##### 4.1.1. *Hormigón*

El hormigón es esencialmente una combinación de dos elementos principales: los agregados y la pasta. La pasta, compuesta por cemento y agua, actúa como un aglutinante que une los agregados (generalmente arena y grava o piedra triturada) formando una masa sólida similar a una roca a medida que se endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua (Kosmatka et al., 2002).

##### 4.1.2. *Poliestireno de alta resistencia (HIPs) proveniente de los residuos-e (desechos electrónicos)*

El poliestireno de alto impacto (HIPS) se produce generalmente mediante la polimerización radical del monómero de estireno con caucho de polibutadieno. Es un polímero termoplástico cuya microestructura está compuesta por una matriz de poliestireno amorfo que contiene dominios esféricos responsables de la opacidad, la elongación, la plasticidad del craquelado y la absorción de energía del HIPS (Hýlová et al., 2018a).

A partir del HIPS es posible crear recubrimientos de nanocompuestos de HIPS/sílice que son supe-hidrofóbicos y presentan resistencia a la abrasión y al desgaste, adecuados para superficies metálicas. La concentración óptima de sílice es del 50% en peso (Hýlová et al., 2018b).

#### ***4.1.3. Aplicación en la construcción***

El concreto con agregado HIPS se puede utilizar en muchos otros elementos de construcción no estructurales, como paredes divisorias, techos livianos, bordillos y separadores de carreteras, que son partes importantes de la infraestructura y la industria de carreteras. La cantidad de residuos electrónicos, además, la industria de la construcción enfrenta graves problemas para asegurar materias primas (Kumar & Baskar, 2015).

Por lo tanto, la industria de la construcción puede aprovechar estos residuos electrónicos como material de reemplazo para los agregados, y de manera incidental, se pueden lograr dos objetivos al mismo tiempo: la eliminación de los residuos y el apoyo a la industria de la construcción mediante nuevos materiales (Senthil Kumar & Baskar, 2015).

#### ***4.1.4. Ventajas***

- Según (Senthil Kumar & Baskar, 2015) el hormigón con HIPS se puede emplear no solo en elementos como tabiques, techos ligeros, bordillos, etc. Sino también en elementos estructurales.
- Es una solución para el reciclaje de los residuos electrónicos, ya que es una problemática a nivel mundial que va incrementando con el pasar de los años (Forti et al., 2020).
- Según (Senthil Kumar & Baskar, 2015) no solo es una solución para la problemática de residuos electrónicos, sino también soluciona problemas para obtención de materia prima en los países del tercer mundo.

#### **4.1.5. Desventajas**

Según (Senthil Kumar & Baskar, 2015) tenemos las siguientes desventajas para este método:

- Solo se recomienda un reemplazo del 20% de agregados gruesos, ya que se aprecia una reducción lineal en su resistencia mientras se reemplazaba mayor cantidad de agregado.
- El asentamiento con este tipo de agregados disminuyó, en comparación a los hormigones con agregados gruesos tradicionales.
- En países que tienen acceso fácil a recursos para agregados gruesos no sería viable, ya que el procesado del material para los agregados puede resultar más costoso que la obtención de piedra de canteras.

## **4.2. Modelo I+D+I**

### **4.2.1. Definición**

La Investigación y Desarrollo Experimental se describe como el conjunto de actividades innovadoras que se llevan a cabo de manera organizada con el propósito de incrementar el caudal de saberes, abarcando el conocimiento humano, la cultura y la sociedad, y utilizando ese conjunto de conocimientos para concebir nuevas implementaciones (OCDE, 2015).

### **4.2.2. Aplicación en la construcción**

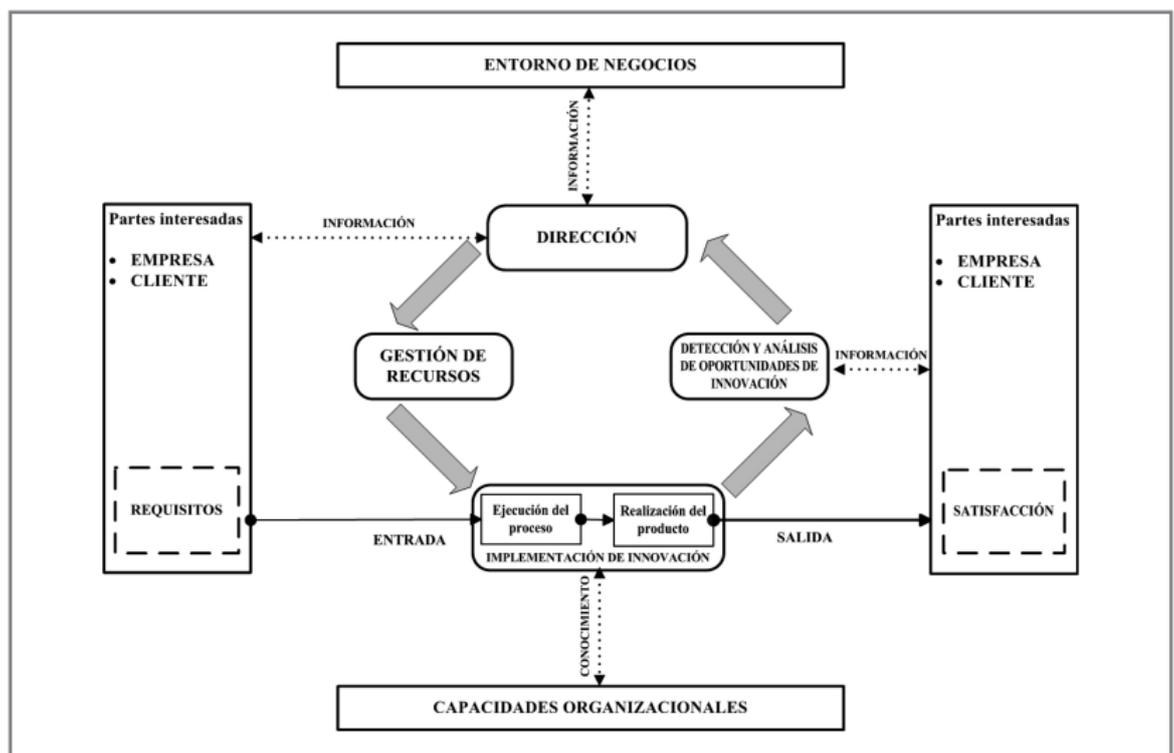
Este modelo se fundamenta en la norma UNE 166002 y tiene la capacidad de identificar las partes involucradas en la empresa y desarrollar una estrategia para satisfacer las 15 necesidades de la misma, como clientes, proveedores, empleados, entorno, entre otros. El modelo GIDi detecta y empieza a analizar entre los registros y las especificaciones de los proyectos, ya sea en estudio o implementación. Una vez

que se han identificado las oportunidades de mejora, la dirección selecciona las más prioritarias (López González, 2009).

El departamento encargado de la I+D+i se encarga de gestionar los recursos necesarios e implementar las innovaciones en los proyectos de la empresa. Luego, cada proyecto de innovación que se incorpora en la obra se evalúa y mejora, y se gestiona el conocimiento adquirido. Finalmente, con respecto a los resultados de requisitos nuevos tomando en cuenta las partes interesadas crecen y están en un constante ciclo de la innovación (López González, 2009).

**Figura 12**

*Modelo de Gestión I+D+i para constructoras*



*Nota. Tomado de Factores determinantes y propuestas para la gestión de la innovación en las empresas constructoras por (Correa L. Christian et al., 2007).*

#### **4.2.3. Ventajas**

Según (Amat Vilalta, 2014) encuentra algunas ventajas que ofrece el modelo:

- Transferencia de conocimiento quiere decir que gracias a esto se tiene una amplia apertura a mercados nuevos
- Potencian la rivalidad y el valor agregado de los productos y servicios, en gran medida, a la modificación implementada en el sistema de producción

#### **4.2.4. Desventajas**

Algunas de las desventajas según (Amat Vilalta, 2014) son las siguientes:

- Miedo a arriesgarse y al fracaso
- Entorno económico complicado en el que se trabaja
- Restricciones crediticias

### **4.3. Modelo tecnológico: Realidad Aumentada**

#### **4.3.1. Definición**

La realidad aumentada podría describirse como aquellos datos adicionales que se adquieren de la percepción de un contexto, capturados mediante la cámara de un aparato que previamente cuenta con un programa específico instalado. Los datos adicionales identificados como realidad incrementada pueden manifestarse en distintos formatos. Podrían ser una ilustración, un conjunto de ilustraciones, un fichero de sonido, un clip de vídeo o una conexión (Blázquez Sevilla, 2017).

### **Figura 13**

*Software empleando la Realidad Aumentada*



*Nota. Nueve tecnologías de realidad aumentada para la arquitectura y la construcción*  
por (Eduardo Souza, 2019)

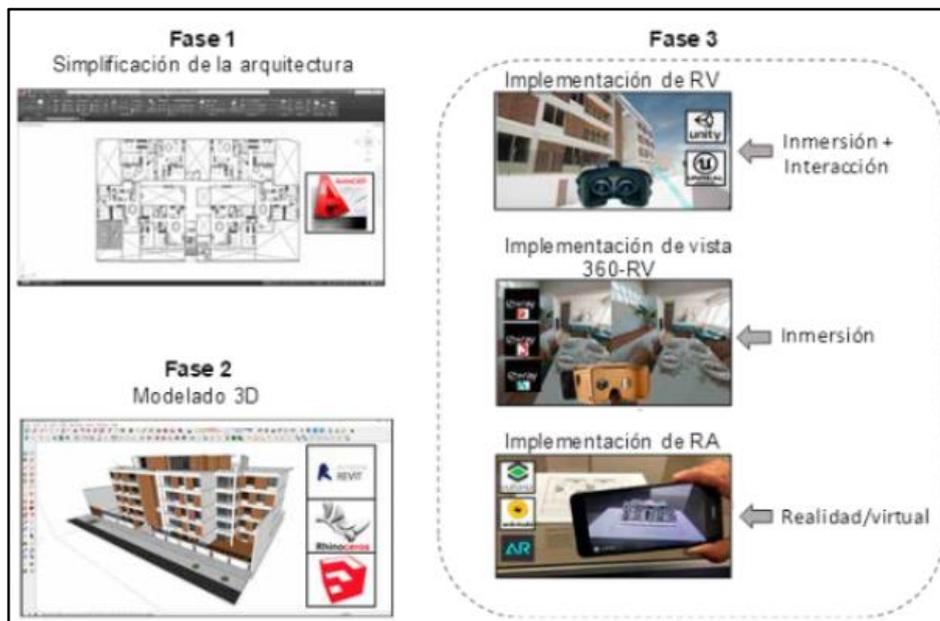
#### **4.3.2. Aplicación en la construcción**

En la Figura 14 se encuentra un proceso en el cual se implementa una experiencia de Realidad Aumentada y se resumen en tres etapas. La etapa inicial consiste en la simplificación de los planos de construcción, lo cual incluye eliminar detalles superfluos para el modelado, como medidas, mobiliario, sombreado de elementos, entre otros. La siguiente fase abarca la creación en tres dimensiones del edificio y la generación de texturas realistas de los materiales (Orihuela et al., 2020).

En la última etapa se incorporan las experiencias de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA). Las aplicaciones de RV pueden ser experiencias inmersivas e interactivas que permiten el desplazamiento y manipulación de objetos, o simplemente inmersivas donde se observan entornos en 360 grados. En el caso de la RA, las aplicaciones generadas combinan el entorno real con modelos virtuales tridimensionales (Orihuela et al., 2020).

**Figura 14**

*Proceso de implementación en una obra o proyecto para construcción en RA*



*Nota. Tomado de APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN por (Orihuela et al., 2020).*

#### **4.4. Sistemas Constructivos ICF (Formas de concreto aisladas)**

##### **4.4.1. Definición**

El Bloque del Sistema ICF es un molde de espuma de poliestireno expandido (EPS) de densidad elevada, que se llena con concreto, con el fin de crear muros portantes monolíticos en el lugar mismo de la construcción, donde el molde se integra en la estructura, brindando aislamiento térmico y acústico sin gastos adicionales (Rubio Calderón, 2021).

##### **4.4.2. Aplicación en la construcción**

El sistema ICF se utiliza como base en interiores y exteriores, tanto para paredes, suelos y techos. Para la construcción de paredes, se procede a colocar dos capas de como aislante rígido separadas por bandas de polipropileno para formar un

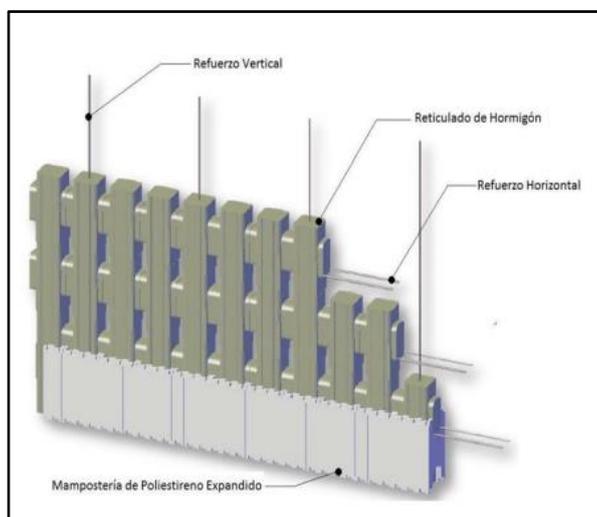
bloque ICF. Estos bloques huecos se ensamblan entre sí y las bandas posicionan y sostienen el refuerzo de acero antes de la construcción, luego se rellenan los espacios del sistema ICF (Guerrero, 2021).

El resultado final es una pared de concreto reforzado en el centro, revestida con una capa de aislamiento en cada lado. Los materiales trabajan en conjunto, con el concreto y las barras de refuerzo proporcionando una estructura resistente, capaz de soportar cargas verticales y resistir las fuerzas laterales del viento y los movimientos sísmicos. Además, el conjunto de la pared ICF con todas sus capas combinadas crea un recubrimiento seguro y hermético con buenas propiedades de insonorización (Guerrero, 2021).

La edificación mencionada mediante el sistema ICF, constituye una opción tangible de construcción, gracias a su sostenibilidad, aprovechamiento energético y la disminución significativa en los costos de funcionamiento (Guerrero, 2021). Este método se fundamenta en un armazón modular con refuerzos de acero en sentido vertical y horizontal, el cual se rellena con concreto, tal y como se ilustra en la Figura 15:

### **Figura 15**

*Detalle del sistema ICF*



*Nota. Tomado de (Guerrero, 2021).*

#### **4.4.3. Ventajas del ICF**

Algunas de las ventajas que dispone son las siguientes según (Guerrero, 2021):

- El método de encofrado de hormigón aislado (ICF) ofrece las características más sobresalientes del mercado, ya que combina la resistencia y durabilidad del hormigón reforzado con la eficiencia energética del aislamiento rígido de poliestireno expandido.
- Además, otra particularidad destacada de este sistema es su adaptabilidad a diversos diseños, lo cual lo convierte en una solución versátil para edificios de una sola planta o estructuras de múltiples pisos.
- La metodología ICF, específicamente los bloques tienen dimensiones similares a los bloques tradicionales, por lo tanto, se puede realizar cualquier tipo de estructura sin dificultad. La construcción con este material se ve simplificada debido a la facilidad de su instalación.

#### **4.4.4. Desventajas del ICF**

Algunas de las ventajas que dispone son las siguientes según (Arthur & Ribando, 2004):

- La desventaja más significativa es la oposición de los constructores y subcontratistas. Muchos de estos profesionales deben ser capacitados en cuanto a lo que son los muros ICF. Una vez que los contratistas adquieren experiencia con el muro ICF, la mayoría los considera superiores a los construidos con vigas.
- Otra desventaja de las paredes ICF es el mayor costo del material, este costo alto de material para pared no necesariamente resulta en un costo de construcción más alto.

- Además, incluyen la necesidad de aberturas de puertas y ventanas personalizadas. Es decir, para la instalación de cada puerta o ventana debe existir un boquete personalizado para su previa instalación.

## **4.5. Metodología ERP**

### ***4.5.1. Definición del modelo de innovación ERP***

La palabra ERP es la sigla de: Enterprise Resources Planning cuando se traduce, significa Planificación de Recursos empresariales. Igualmente es reconocido como "Sistema de negocios", "Sistema completo de empresa" o "Sistema unificado de administración", aunque es verdad que esta clase de sistemas generalmente se denominan por sus iniciales en inglés, es decir, sistemas ERP (Raúl Francisco, 2015).

Un ERP puede ser descrito como un conjunto de software integrado de aplicación corporativa. En el ERP, todas las actividades indispensables de la organización, como contabilidad, producción, personal, logística y pedidos de fabricación, se fusionan de manera sólida en un sistema único con una base de datos compartida (Ahmed et al., 2003).

### ***4.5.2. Aplicación en la construcción***

En la industria de la construcción se maneja con bastantes aplicaciones, una de ellas es para la gestión de materiales. El proceso de gestión de materiales combina e integra las funciones individuales de planificación de requisitos de materiales, despegue, evaluación y selección de proveedores, compras, expedición, envío, recepción e inventario, distribución de materiales e incluso funciones de contabilidad (Ahmed et al., 2003).

Este sistema se basa en cuatro pasos distintos, que son; integración de aplicaciones, integración interna, integración externa y automatización. El sistema

ERP acorta el ciclo de adquisición en un 80% aproximadamente, mediante la automatización de la mayoría de las transacciones repetitivas y la reducción de la mano de obra para realizar las tareas (Ahmed et al., 2003).

Otra aplicación para la industria de la construcción es R/3: Un punto de satisfacción común sobre el software R/3 es su integración de sistemas, dentro de la gestión de materiales, aprovisionamiento, activos fijos, planificación de recursos, presupuesto/control de disponibilidad, gestión de proyectos y contabilidad de activos (Ahmed et al., 2003).

#### ***4.5.3. Ventajas del modelo ERP***

Existe una amplia gama de ventajas que ofrece esta metodología según (Ahmed et al., 2003):

- Proporciona un ambiente de trabajo integrador.
- Habilita la automatización.
- Tiene disponible información desde el nivel de campo hasta el nivel gerencial.
- Integración de aplicaciones en cualquier departamento.
- Flexibilidad y facilidad para estandarizar procesos o adaptarse a cambios y globalización.
- Lograr cambios equilibrados en personas, procesos y tecnología en todas las áreas.
- Aplicación de prácticas de planificación y gestión de programas a lo largo del ciclo de vida del programa de un proyecto.

#### ***4.5.4. Desventajas del modelo ERP***

Existe una amplia gama de desventajas que ofrece esta metodología según (Ahmed et al., 2003) :

- Alto costo de implementación. Puede variar desde unos cien mil dólares en pequeñas empresas hasta mil millones de dólares para grandes empresas multinacionales (estas cifras incluyen capacitación y consultoría).
- Retraso en el retorno de la inversión. Es posible que los beneficios de ERP no se muestren hasta después de que las empresas lo hayan tenido funcionando durante algún tiempo.

## **Capítulo V**

### **5. Marco Metodológico**

Las infraestructuras en la ciudad son elementos fundamentales para el desarrollo de la misma, ya que estas prestan muchos servicios los cuales favorecen para que existan cambios muy significativos y mejoran los estándares de la vida de las personas. Las construcciones desempeñan un papel de relevancia en la incorporación de las conexiones que existen en los territorios rurales hacia la ciudad, así como para alcanzar un cambio productivo, organizativo y comunitario que sea integrador y perdurable.

Se presentarán diferentes aspectos acerca de las construcciones en general dentro de la ciudad de Guayaquil, enfocando en los problemas o conflictos que repercuten en cada obra civil que se realiza y eso hace que no exista avance, mal organización, entre otros factores. Una vez descrito cada problema que afronta esta industria se podrá concluir el estado actual en general.

#### **5.1. Tipos de conflictos en la industria de la construcción dentro de la ciudad de Guayaquil a falta de innovación**

En la ciudad existen un sin número de conflictos, y tienen relación al desarrollo de todo tipo de infraestructuras y estas puedan estar relacionados con algunas causas y parte de ellas corresponden a una categoría de mucha complejidad. Algunos de estos casos basados en reportes y artículos periodísticos, de los cuales son causados:

##### ***5.1.1. Problemas relacionados con el personal***

Ciertas constructoras presentan falencias con respecto a mantener al personal con su equipo de seguridad correspondiente el cual es fundamental para prevenir accidentes durante el proceso constructivo de cualquier obra. La desorganización hace

que no se ejecute desde el departamento de recursos humanos el cual se encarga de la contratación del personal y en ciertos casos buscan a personal no capacitado y esto conlleva a que se generen accidentes y a su vez que realicen mal el trabajo.

#### ***5.1.2. Problemas en la facturación***

En el ámbito económico hay el riesgo pueden ocasionar modificaciones en los insumos debidos a razones de compras extranjeras. Algunos factores son complicados de anticipar, y eso requiere una compañía estable, confiable y con solidez financiera que tome en cuenta estos elementos en el presupuesto.

#### ***5.1.3. Gastos no contabilizados***

Las constructoras con el propósito de cotizar lo más barato, no tienen precaución para gastos extras que se presenten durante el desarrollo del proyecto, lo que coloca al cliente en la siguiente circunstancia: pagar los costos adicionales para concluir o entregar la obra.

#### ***5.1.4. Errores comunes al ejecutar proyectos***

Las equivocaciones en la ejecución de proyectos y la utilización de materiales de menor calidad que los necesarios para la estructura ocasionan defectos duraderos en la construcción. Así que tener a disposición una empresa que supervise el avance del trabajo y asegure una comunicación clara y eficiente entre el personal especializado contratado, disminuye los errores de esta índole.

#### ***5.1.5. Materiales baja y/o mala calidad***

Los materiales de construcción en estado deplorable o defectuoso, es uno de los causantes de accidentes y por lo que pone en riesgo al personal que trabajan en las

obras. Además de ello estos tipos de materiales retrasan el trabajo que se realiza, llevando así consecuencias graves para las construcciones en general

Cada uno de estos conflictos han sido constantes en nuestro medio, las razones por las cuales se llega a esto son algunas, pero entre ellas está la innovación, la falta de crear o cambiar el método por el cual se ejecutan los trabajos y como se lleva a cabo cada actividad siempre ha sido la misma, es por eso que abarcan los errores de siempre y a su vez se repiten cada día.

## **5.2. Entrevistas a profesionales y Focus Group**

A continuación, se realizó una serie de entrevistas a profesionales con experiencia en el ámbito constructivo de las cuales se dará a notar otro punto de vista, viendo si es necesario implementar modelos o métodos innovadores, y a su vez conocer en qué estado está la industria de la construcción en Guayaquil. Por lo cual se dará un comentario respecto a cada entrevista. Además de eso se realizó un Focus Group en el cual intervienen un número de participantes aportando con ideas constructivas acerca del proyecto.

### 5.2.1. Entrevista 1

#### **Datos del entrevistado**

**Nombre:** Alex Villacrés Sánchez

**Edad:** 59 Años

**Profesión / Años de experiencia:** Ingeniero Civil – 30 años

#### **Resumen de proyectos en lo que ha trabajado:**

- Supervisión de la construcción - Vía Daule
- Supervisión de la construcción - Av. Francisco de Orellana
- Supervisión de la construcción- Autopista Narcisca de Jesús
- Supervisión de la construcción -Túneles de Santa Ana y El Carmen
- Diseño de planta Fiber Home Latam
- Reconstrucción Terminal Terrestre de Guayaquil
- Fiscalización Vía Zhud – Cochancay El triunfo
- Fiscalización Vía Zumba- La Balsa Vilcabamba
- Fiscalización Puerto Aguas Profundas de Posorja

#### **Formación académica:**

- Ingeniero de Costas y Obras Portuarias de la ESPOLO –1991
- Ingeniero Civil Universidad Católica Santiago de Guayaquil – 1993
- Master en Ciencias de Ciencias de la Ingeniería Universidad de Berkeley California - 1996

#### **1) ¿Qué opina del sector de la construcción en Guayaquil? ¿Es importante o, ¿no?**

Guayaquil es una ciudad que requiere de la construcción de edificios, de calles, de avenidas, instalación de sistemas de líneas vitales, aguas lluvias, aguas servidas, agua potable, obras civiles para sistema de ingeniería eléctrica y sistema de

comunicaciones, para el sistema de transporte. Además, esta ciudad es eminentemente portuaria, así que necesitamos la ingeniería civil para la construcción de muelles, de instalaciones portuarias de tierra, de patios de almacenamiento de bodegas, por lo tanto, la construcción es vital para la ciudad de Guayaquil.

**2) ¿Cuáles piensa usted que son los principales retos del sector de la construcción?**

Utilizar sistemas estructurales distintos a los que se ha usado hasta el momento, es decir se sigue construyendo con métodos de siempre, los tradicionales, edificios solamente de pórticos, puentes solamente de pilas con vigas, muelles solo con pilotes y losas, bodegas solamente con armaduras de sostenimiento de cubierta. Y hay una enorme cantidad de sistemas constructivos y estructurales que no utilizamos porque no asumimos el rol de utilizarlos. Por ejemplo, el quinto puente se plantea que se ha construido como un puente atirantado, y aquí en Guayaquil no se ha tenido puentes vehiculares atirantados en Guayaquil ni en ningún lugar. Aquí se tiene el tema del uso del hormigón y producción de cemento y acero de refuerzo en barras, hormigoneras y acerías, y hay un deseo de seguir usando esos materiales, pero para un puente atirantado se necesita acero y hormigón de alta resistencia que nosotros no producimos, por lo tanto, eso sería un reto.

**3) En base a su experiencia y a los últimos años ¿Cuáles serían los problemas que enfrenta la ciudad de Guayaquil, relacionados a la construcción?**

Problemas con el asfalto, se sabe y se conoce el problema y se da el diagnóstico, pero nunca se resuelve. Problemas con la informalidad en la construcción, hay una falta de conciencia de la población en relación a que es importante y necesarios a usar profesionales (Ingenieros, Arquitectos). Y hay una idea falsa de que existe un ahorro utilizando gente no calificada, trabajando con maestros, trabajando con albañiles, no existe tal ahorro, es decir lo que existe es un costo diferido y ese se lo cobra cuando

tenemos terremotos, cuando tenemos, inundaciones, cuando tenemos deslizamientos en donde las estructuras informales fallan precisamente porque no han sido construidas ni diseñadas por presencia profesional.

El tema de la deforestación, el calentamiento global tiene un impacto sobre la actividad de la construcción y viceversa, y acá necesitamos utilizar materiales distintos a los que utilizamos porque los materiales que nosotros usamos provocan la necesidad del uso del aire acondicionado, no son lo mejor que se puede hacer para el impacto del sol.

#### **4) ¿Qué entiende usted por innovación en empresas constructoras?**

Innovación significa adoptar nuevos métodos constructivos, nuevos sistemas estructurales que no se utilizan en nuestro medio adoptar nuevos materiales y nuevos elementos. Es algo nuevo para nosotros, la innovación es un tema local, por ejemplo, en el extranjero se utiliza fibra de carbono, se utiliza hormigón de alta resistencia, se utiliza maderas laminadas que alcanzan altas resistencias y esos materiales no se usan aquí en nuestro medio, si se empezará a usar eso sería una innovación de carácter local.

#### **5) Usted considera que, ¿Innovar es importante para ser más competitivo en la industria de la construcción o no?**

Es importante porque si no se innova hay un estancamiento, es decir se estanca en una zona de confort, y se están usando siempre los mismos métodos y por lo tanto soportando siempre los mismos defectos. Es decir, nosotros tenemos 100 años soportando el mismo tipo de daños durante terremotos, 60 años soportando la misma sedimentación, los mismos embancamientos y las mismas inundaciones que son consecuencias de los métodos constructivos que hemos usado y los sistemas estructurales que hemos usado.

**6) ¿Qué métodos o modelos de innovación ha aplicado o aplicaría en proyectos de construcción?**

Construcciones innovativas; como la construcción del túnel Santa Ana y el Carmen, fue innovativo por que antes no existían túneles en esa época. Cabe recalcar que esas construcciones se hicieron con diseños italianos, constructoras y fiscalización española, se tuvo ese tipo de participación por la falta de experiencia que se tenía aquí localmente. Los túneles de San Eduardo fueron diseñados por una empresa local y contruidos por una empresa extranjera, y además fue fiscalizado por empresas locales. Entonces la experiencia previa de Santa Ana y el Carmen sirvió como una base para la experiencia posterior para los túneles San Eduardo con una mayor participación nacional.

Además, en el Puerto de aguas profundas de Posorja, en la concesión del puerto de Guayaquil y en la Terminal Portuaria de Guayaquil, fueron innovadores el montaje de las grúas de pórtico de muelle, que anteriormente no teníamos, por lo tanto, es una experiencia innovativa.

Adicionalmente algo innovativo también fue el uso de dispositivos de apoyo para control de movimientos sísmicos, que empezamos a usarlos en el proyecto de los Viaductos, proyecto de los túneles de Santa Ana y el Carmen, y que actualmente estamos utilizando en todos los pasos elevados, no fabricamos nosotros dichos dispositivos.

**7) A su criterio, ¿cómo podrían implementarse modelos y métodos de innovación en empresas del sector de la construcción?**

Permitir la instalación de empresas constructoras nuevas provenientes de otros países, por ejemplo, en Chile se está utilizando la madera laminada para la construcción, se utilizan los muros estructurales de la construcción de edificios, se utilizan dispositivos de control sísmico de masa excéntrica, de un país cercano

nosotros podemos sacar provecho si permitiéramos la instalación de empresas provenientes de países como Chile, o nos asociáramos con ellos de alguna manera.

**Comentario:**

Se da un enfoque de las construcciones al sector portuario ya que se habla de la ciudad de Guayaquil y recalca que es una ciudad que gira en torno a este sector y las obras que se realizan van enfocadas para los puertos en general. Además, diferentes estructuras siempre se han construido por el método tradicional a pesar de que existen muchos métodos constructivos los cuales pueden ser aplicados en nuestro medio, pero no los aplican. Ese es uno de los retos, nunca cambiar y mantenerse construyendo como se lo ha hecho siempre ya que basados en estadísticas se ha logrado el objetivo, pero no se ha ampliado el criterio constructivo. La innovación la define como algo nuevo para nosotros, sistemas y materiales diferentes que no se usan en la ciudad de Guayaquil, por lo tanto, es considerado como una innovación de carácter local.

Se dice que si no se innova no hay avances ya que se usa los mismos métodos y habrá los mismos resultados tantos positivos como negativos. Se debería buscar nuevos métodos para poder salir de esa zona de confort ya sea para corregir errores o para entrar más en competitividad de la industria de la construcción, se debe arriesgarse a ello. Los métodos aplicados son ambientados a construcciones innovativas ya que en su tiempo no existían, tal como construcciones de túneles ya que se requirió de empresas del exterior para poder realizar esas obras, pero con el diseño de las empresas locales. Estos tipos de innovaciones eran esenciales en su tiempo ya que proponían métodos nuevos de otras empresas y así aportaba a mayor conocimiento para un futuro. Permitiendo entrar nuevas empresas de otros países sería muy favorable para nuestro medio ya que usamos sus métodos y obtendríamos provecho de ello asociándonos a eso.

### 5.2.2. *Entrevista 2*

#### **Datos del entrevistado**

**Nombre:** Guillermo Pacheco Quintana

**Edad:** 44 años

**Profesión - Años de experiencia:** Ingeniero Civil – 20 años

#### **Resumen de proyectos en lo que ha trabajado:**

- Supervisión Reforzamiento de muelles 2 y 3 del Puerto Marítimo de Guayaquil
- Supervisión Reforzamiento 1 A Y 1 B del Puerto Marítimo de Guayaquil
- Coordinación general construcción Puerto Aguas Profundas de Posorja
- Administrador de contrato para el dragado canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil

#### **Formación académica:**

- Ingeniero civil, Universidad de Guayaquil, Ecuador
- Magister en Ingeniería en la construcción, Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador
- Especialidad en tecnología portuaria, Universidad de Cantabria, España
- Candidato a doctorado en Ordenamiento territorial y desarrollo sostenible, Universidad de Cuyo, Argentina

#### **1) ¿Qué opina del sector de la construcción en Guayaquil? ¿Es importante o no?**

Siendo la ciudad más importante económicamente del país, genera obras públicas a través de diferentes entidades públicas, mientras que con la empresa privada más concentrada ciudades satélites (Samborondón, Vía a la costa, Daule)

**2) ¿Cuáles piensa usted que son los principales retos del sector de la construcción?**

Principal reto es ser más productivo, reducción de costos y tiempos, empleando metodologías disruptivas tales como Lean Construction, IPD (entrega integrada de proyectos) o el Advanced Work Packaging. Esto conlleva a darle paso a construcción sostenible y construcción 4.0 empleando IA, robotización y distintas tecnologías

**3) En base a su experiencia y a los últimos años ¿Cuáles serían los problemas que enfrenta la ciudad de Guayaquil, relacionados a la construcción?**

Actualmente la crisis que enfrenta la seguridad de la ciudad, ya que, al haber obras en zonas peligrosas, las constructoras no quieren intervenir. La excesiva burocracia en obras pública generando inestabilidad económica y la construcción informal ya que no se contrata a especialistas para la construcción

**4) ¿Qué entiende usted por innovación en empresas constructoras?**

Aplicación de tecnologías modernas tales como empleo de elementos prefabricados, medición de rendimientos a personal de obra, construcción sostenible. Las empresas no consideran la importancia necesaria de la misma.

**5) Usted considera que, ¿Innovar es importante para ser más competitivo en la industria de la construcción o no?**

Depende de la mentalidad tanto del contratista, diseñador y contratante en emplear nuevas metodologías y cambiar la construcción tradicional, a diferencia de otros países.

**6) ¿Qué métodos o modelos de innovación ha aplicado o aplicaría en proyectos de construcción?**

Dependiendo de la magnitud de la obra, aplicaría el método Advanced Work Packaging, tratando de tener la mayoría de los elementos estructurales prefabricados, lo cual reduciría tiempos de construcción. El puerto de aguas profundas de Posorja tuvo empleo de AWP.

**7) A su criterio, ¿cómo podrían implementarse modelos y métodos de innovación en empresas del sector de la construcción?**

Predisposición de las constructoras a innovar, y capacitar a su personal. Generar relación entre las constructoras y universidades para indicarles que necesidades requieren para los nuevos profesionales en el sector de la construcción.

**Comentario:**

Comenta que la ciudad de Guayaquil es la de mayor ingreso en el Ecuador mediante las entidades públicas y privadas. Pues sí es una de las ciudades que genera más empleos con las construcciones a través de diferentes entidades u empresas y es un factor positivo a resaltar. Es muy común en nuestra ciudad tener más dificultades con ser más productivos y reducir costos, este punto es importante porque siempre se quiere aumentar más el valor a los servicios o productos que se venden, por lo tanto, se enfatiza el empleo de metodologías como Lean Construction o Advanced Work Packaging para brindar construcción sostenible y a su vez bajar más los costos ejecutando el proyecto que se proponga.

Los problemas más notorios en la ciudad se resalta la seguridad, porque muchos lugares son inaccesibles y eso conlleva a que las constructoras no se interesen ni tampoco se arriesguen a invertir en esos sitios, por lo tanto, siempre va a existir esa limitación. La innovación la define como la aplicación de tecnologías modernas y las empresas no están al tanto de darle mucha importancia a esto. Siempre se recomienda buscar e implementar nuevos métodos y hacer llegar a las empresas estos conocimientos para que sean ejecutadas.

Cambiando la mentalidad de constructores y contratistas se podría motivar a las personas que apliquen nuevos modelos y métodos de innovación. Un método a aplicar sería el Advanced Work Packaging ya que ayuda a tener los elementos estructurales prefabricados. Un método bastante completo y necesario para la industria

de la construcción de Guayaquil porque siempre se trabaja sobre la marcha o con materiales de instalación in situ. Y por último la capacitación del personal debe ser necesaria para poder implementar cualquier cambio que se quiera realizar dentro de las constructoras.

### 5.2.3. Entrevista 3

#### **Datos del entrevistado**

**Nombre:** Gustavo Celi Loaiza

**Edad:** 67 años

**Profesión - Años de experiencia:** Ingeniero Civil - 40 años

#### **Resumen de proyectos en lo que ha trabajado:**

- Consultor de proyectos hospitalarios en ámbito estructural
- Contratista de la municipalidad de Guayaquil de obras civiles
- Planificación y estudios estructurales para “Ampliación de planta industrial Electrocables”
- Planificación y estudios estructurales Proyecto Planta Industrial Doltrex
- Diseño estructural de edificaciones ECOTEC
- Proyectos de residencia en Isla Mocolí – Diseño Estructural

#### **Formación académica:**

- Universidad Técnica Particular de Loja - 1975
- Ingeniero Civil Graduado en la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas - 1983
- Posgrado en el Instituto para Estudios de Vivivenda (IHS) Rotterdam, Holanda – 1991

#### **1) ¿Qué opina del sector de la construcción en Guayaquil? ¿Es importante o no?**

Es el motor del desarrollo de la ciudad, del cantón. Porque genera fuentes de trabajo, genera producción de bienes y servicios, lo cual contribuye a la economía.

**2) ¿Cuáles piensa usted que son los principales retos del sector de la construcción?**

Uno de los retos para mí que aún no se cumplen es la industrialización de la construcción, es decir todo lo que se hace es casi artesanal, ya que industrializar significa que hay que trabajar en la prefabricación, en la estandarización, en la producción de nuevos sistemas constructivos, en el mejoramiento de la calidad de la mano de obra, todo eso viene acompañado con la industrialización y en la participación de los capitales externos.

**3) En base a su experiencia y a los últimos años ¿Cuáles serían los problemas que enfrenta la ciudad de Guayaquil, relacionados a la construcción?**

Las vías mal planificadas de la ciudad, esto es cosa seria, si esto no se resuelve se atrofia la construcción es decir se complica. Faltan puentes, pasos elevados, expropiar propiedades para ampliar las vías. Se complica también en la falta de control de calidad en las obras. La falta de respeto de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, no se aplican.

**4) ¿Qué entiende usted por innovación en empresas constructoras?**

Innovación es actualización tecnológica, capacitación, que se mejora la seguridad social, ya que esto inside en la persona porque implica que sus derechos sean respetados. Actualización del código del trabajo a las nuevas épocas donde todo se ha transformado.

**5) Usted considera que, ¿Innovar es importante para ser más competitivo en la industria de la construcción o no?**

Si, si sin duda. Porque eso mejora el desarrollo del país y lo hace más competitivo, reduce costos de la construcción y eso por supuesto es bueno, y la gente invierte más.

**6) ¿Qué métodos o modelos de innovación ha aplicado o aplicaría en proyectos de construcción?**

Aplicaría nuevos sistemas estructurales estandarizados para proyectos sociales y obras públicas.

**7) A su criterio, ¿cómo podrían implementarse modelos o métodos de innovación en empresas del sector de la construcción?**

Generando un nuevo código de construcciones, y generar leyes. Los códigos son normas de carácter técnico científico donde participan: constructores, investigadores, productores de materiales, ingenieros, maestros, todo ese conjunto de personas que participan de la actividad de construcción son los que promueven, patrocinan, corrigen, aumentan, mejoran un código, entonces por ese rumbo debe ir la implementación de algún método de innovación.

**Comentario:**

Se enfoca a la construcción como motor de desarrollo de la ciudad ya que genera fuentes de trabajo, pues esto es muy notorio y ha sido así durante mucho tiempo. Se habla de la industrialización de la construcción como un reto, esto es porque los trabajos que se realizan son realizados de manera artesanal, mientras que en otros países todo es mucho más moderno, así que se debería adoptar estos métodos de construcción para lograr más éxitos en los proyectos.

En cuanto a los problemas que enfrenta la ciudad, las vías mal planificadas es uno de los mayores que hay y la falta de construcción de nuevos pasos elevados y ampliación vías. Es primordial tener buenos accesos, y avenidas en buen estado para que el comercio en la ciudad y todo tipo de transporte sea viable y no un problema.

Aquí la innovación la toma como actualización tecnológica y actualización del código del trabajo, además innovando mejora el desarrollo del país. Pues sí cada vez que se innova es para mejor y se debe tomar la iniciativa de arriesgarse. Nuevos sistemas estructurales como método innovativo importante porque la aplicación de ello

conlleve a mejores resultados y desarrollo de la ciudad constantemente. Para poder aplicar estos métodos se debe generar un código del trabajo, apoyo esta idea ya que sin un código o alguna ley que controle esto o, a su vez que normalice, las constructoras no entraran en el ámbito innovativo.

#### 5.2.4. Entrevista 4

##### **Datos del entrevistado**

**Nombre:** Eduardo Santos Baquerizo

**Edad:** 59 años

**Profesión - Años de experiencia:** Ingeniero Civil – 34 años

##### **Resumen de proyectos en lo que ha trabajado:**

**Diseños, Construcción y Fiscalización de Obras Civiles: Ingeniería Sanitaria, Construcciones Civiles**

Director de Obras de la Policía nacional Guayas, director de obras, constructor y fiscalizador en obras en el campus ESPOL (Prosperina) y Constructor de obras civiles particulares.

##### **Formación académica:**

Ingeniero Civil, Maestría en Construcción, Maestría en Geotecnia, Maestría en Educación, Doctorado Phd Ciencias Ambientales

##### **1) ¿Qué opina del sector de la construcción en Guayaquil? ¿Es importante o no?**

Es importante, ya que de esta actividad depende el desarrollo la ciudad de Guayaquil, con edificaciones debidamente construidas con técnica, calidad y normativa.

##### **2) ¿Cuáles piensa usted que son los principales retos del sector de la construcción?**

Asentamientos horizontales y verticales de la población para viviendas en sectores que no sean vulnerables a deslizamientos, derrumbes y flujos de vertientes que no van a producir catástrofes humanas.

**3) En base a su experiencia y a los últimos años ¿Cuáles serían los problemas que enfrenta la ciudad de Guayaquil, relacionados a la construcción?**

Por motivo de que Guayaquil está rodeado por esteros y el nivel freático está a poca altura de las calles y siendo un suelo en la mayoría conformado por fango, manglares y suelo deslencables, se debe de tomar las precauciones técnicas con respecto a su cimentación, y deslizamientos de terrenos en donde hay asentamientos humanos en los principales cerros como; Mapasingue, Urdesa, Paraíso, Bellavista, etc.

**4) ¿Qué entiende usted por innovación en empresas constructoras?**

La innovación es el proceso mediante el cual un producto o servicio se renueva y se actualiza se actualiza por medio de nuevos procesos, nuevas técnicas incorporando ideas exitosas para llegar a un objetivo en este caso de construir viviendas y edificaciones que permitan la seguridad a quienes las habitan por lo tanto una empresa constructora debe de buscar estas nuevas formas, técnicas innovadoras.

**5) Usted considera que, ¿Innovar es importante para ser más competitivo en la industria de la construcción o no?**

Si, es necesario que las empresas constructoras ofrezcan innovación para que existan mejoras continuas, empleo de nuevas tecnologías que permitan la competitividad entre otras entidades dedicadas a la construcción viéndose como resultado mejoras para el cliente.

**6) ¿Qué métodos o modelos de innovación ha aplicado o aplicaría en proyectos de construcción?**

Sistemas de encofrado que ahorre tiempo y costos produciendo los mismos estándares de calidad en la construcción. Y diferentes tipos de materiales para paredes que produzcan disminución de calores y resistencia en las viviendas

**7) A su criterio, ¿cómo podrían implementarse modelos o métodos de innovación en empresas del sector de la construcción?**

Ofreciendo al cliente mejoras en las obras que se va a construir a los clientes y logrando la aceptación tanto en tiempo, costos y beneficios esto ocasionaría que las

empresas una vez convencido al cliente puedan realizar estos métodos innovadores ofrecidos en el mercado

**Comentario:**

El desarrollo de la ciudad depende en gran parte de las construcciones que se realizan, porque estas brindan empleo y mejoras a la ciudad en general lo que hace que la calidad de vida sea óptima. Los retos más notorios de los que se habla son los asentamientos en viviendas, y claro es algo que se debe corregir para evitar fisuras o grietas en losas y si no fallan las instalaciones también. Los problemas que resalta en esta ocasión son respecto a la cimentación y deslizamientos ocasionados por el nivel freático de la ciudad. Se debe considerar usar técnicas constructivas o mejor cimentación y más adecuada para afrontar estos problemas.

La innovación la define como renovación de producto o servicio y claro se actualiza constantemente, además las empresas al innovar ofrecen nuevos empleos y más competitividad. Mientras existan estas actualizaciones constantes y renovaciones, las empresas constructoras deben aplicarlas para estar siempre en competencia con otras. Los métodos a aplicar serían sistemas de encofrado, pues esto es algo positivo porque ahorrarían tiempo y costos, se podría implementar para todo tipo de construcciones dando satisfacción al cliente. Se podrían implementar estos métodos ofreciendo al cliente alguna mejora y si ellos aceptan es esencial aplicarlos y obtener mejores resultados.

**5.2.5. Focus Group**

**Tema:** Innovación en la construcción

**Alcance:** Obtener los puntos más importantes de todas las opiniones acerca de temas de innovación y temas generales del sector de la construcción para entablar una conclusión factible que aporte al proyecto.

**Participantes:** Ingeniero Civil, Arquitecto, Arquitecta, Geólogo, Ingeniera Ambiental

**1) ¿Qué saben del sector de la construcción?**

- Es donde se hacen todo tipo de avances de estructuras, planes habitacionales, puentes, entre otros.
- Diseño y elaboración de planos para todo tipo de proyectos a nivel de obras públicas o privadas.
- Es un sector el cual genera ingresos, emplea, buen vivir, en general mejorar la calidad de vida.
- Sector en el cual es primordial tener en cuenta nuevos métodos que se deben poner en práctica.
- Sector en el cual se hace uso de todo tipo de material y personal para ejecutar una obra.

**2) ¿Es importante realizar obras civiles en nuestra ciudad?**

- Si, porque existe mucho deterioro tanto en aspectos ambientales como en infraestructuras, y se debería dar mantenimiento o construir mejores áreas.
- Si, porque se requiere realizar obras necesarias para la ciudad con buen material y mejor personal.
- Si, porque la base del buen vivir es plantear una solución a las personas, partiendo desde el urbanismo, enfocándose en el espacio quiere decir que las estructuras vayan acompañadas de áreas verdes.
- Si, ya que existen lugares olvidados y no se han construido nada, por lo tanto, se debe tomar en cuenta esa parte, de acuerdo a la necesidad de la ciudad como educación o salud.

**3) ¿Cómo las obras en mal estado, mal ejecutadas o con plazos demorados afectan a la ciudadanía?**

- Afectaciones como ruido, afectaciones a la salud constantemente.
- Molestias por parte de las personas ya que las obras si se demoran o no tienen una correcta planificación.
- Afecta de forma negativa, con bastante enojo porque uno de los factores es el ruido y sobre todo la mal organización con la que se manejan los residentes y la constructora en sí.
- Frustración y estrés, ya que por esa situación se genera más polvo y más tráfico y la gente presenta denuncias, por lo tanto, se deben cumplir normas para cada proyecto.

**4) ¿Qué se entiende por innovación?**

- Implementación de nuevas técnicas y dar un mejor resultado usando recursos variados.
- Tecnologías nuevas amigables con el ambiente tales como el manejo de residuos o el reciclaje.
- El aprovechar los recursos renovables cómo nuevos métodos para realizar actividades.
- Ideas nuevas que faciliten el trabajo de toda empresa y sea más efectivo.
- Algo nuevo, con mejor tecnología y que sea más rápido de las tecnologías anteriores.

**5) En su opinión ¿Cómo la innovación ayudaría a la industria de la construcción?**

- La ayudaría en el tema de: costos, mano de obra y tiempo, teniendo mejor metodología para realizar un trabajo en menos tiempo y menos costo.

- Al momento de realizar los cronogramas de obra para que se cumplan los tiempos establecidos para el fin de obra y a su vez ahorro de material.
- De forma positiva, con mejor mano de obra, mejor direccionamiento, todo enfocado al departamento logístico.
- Ayudaría a clasificar al personal para designarle mejor sus tareas.

**6) Se va a describir cada método de innovación a continuación el cual al final de cada descripción darán un comentario que les parece y si sería factible aplicarlo en nuestra ciudad?**

#### **Hormigón con HIPS**

- No sería factible ya que requiere de más ensayos para verificar su resistencia
- El costo de los residuos electrónicos y el material de agregado es muy costoso
- Las empresas no se arriesgarían a usarlo a diferencia del hormigón tradicional

#### **Realidad Aumentada**

- Podría ser una opción ya que el mundo tiene tendencia a la tecnología.
- Las constructoras no optarían por que el costo del artefacto es elevado y está en fase beta.
- Sería una manera nueva e interesante de presentar los proyectos y el cliente pueda estar más seguro del trabajo.

#### **Modelo I+D+i**

- Más asequible y mejor método para implementar.

- Solo necesita la predisposición de la empresa en la cual se aplicará por lo que sería una buena opción.
- Modelo completo para implementar nuevas ideas al sector constructivo de nuestra ciudad.

#### **Sistemas Constructivos ICF (Formas de concreto Aisladas)**

- Se debe verificar el tratamiento previo antes de instalar los bloques, por lo que no está comprobado al 100% este método.
- Esto sirve para construcciones con una misma geometría, no creo que sería factible aplicarlo en nuestra ciudad.
- Los costos y los accesorios para la instalación son muy complejos porque se tienen que elaborar ciertos diseños especiales para cada proyecto, así que no sería una idea adecuada para aplicarse aquí.

#### **Metodología ERP**

- La licencia es muy costosa, algo que no todos quisieran asumir y existe probabilidad de fracaso por lo que no sería viable en nuestro medio.
- Es un método de falla y error y el método no es viable.
- Capacitación constante por lo que se debe invertir mucho y el personal debe estar predispuesto.

#### **Comentario:**

En resumen, la construcción trata del desarrollo de todo tipo de estructuras en el sector público y privado para mejorar la calidad de las personas y generar más empleos. Además, es importante realizar obras ya que es crucial debido al impacto ambiental e infraestructural. Se busca solucionar problemas y mejorar la vida urbana mediante la creación de áreas verdes, atención a necesidades esenciales y transformación de zonas desatendidas. Las obras en mal estado afectan a la salud debido al ruido y afectan negativamente la calidad de vida. La demora y falta de

planificación generan molestias, enojo, frustración y estrés en la población, requiriendo el cumplimiento de normas para minimizar impactos negativos.

La innovación abarca la implementación de nuevas técnicas, recursos y tecnologías para lograr mejores resultados. Y la innovación mejoraría la metodología de trabajo, garantizaría el cumplimiento de cronogramas y permitiría un enfoque más eficiente en la dirección y logística. Por lo tanto, se concluye que el mejor modelo a aplicar para las empresas constructoras es el I+D+i debido a que es el más asequible y el más eficaz para implementar entre los métodos mencionados.

## Capítulo VI

### 6. Modelo Propuesto

En el presente capítulo se aplicará el modelo en gestión y se describirá brevemente. Se hará una propuesta aplicando el modelo de innovación con el fin de mejorar el proceso logístico (productividad, eficiencia, rentabilidad) de una empresa. El modelo de innovación a aplicar será el I+D+i en el cual dentro de ese grupo se aplicará la metodología **Lean Construction**, la cual se explicarán conceptos y al mismo tiempo como se realiza la propuesta para una empresa constructora.

#### 6.1. Metodología Lean Construction

Es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en la construcción y su objetivo fundamental es reducir o eliminar las actividades que no aportan valor al proyecto y mejorar las tareas que sí contribuyen. (Lean Construction Institute, 2023).

Entonces, se centra principalmente en generar instrumentos concretos aplicados al proceso de realización del proyecto y un adecuado sistema de producción que reduzca al mínimo los desechos (Lean Construction Institute, 2023).

Es decir, los desechos son todo aquel que no genera importancia a las actividades primordiales para completar una unidad, estos desechos se clasifican en siete categorías (Tabla 1) (Porrás Díaz et al., 2014).

**Tabla 1**

*Desperdicios en la producción tomada*

Desperdicios en la construcción
Defectos
Demoras
Excesos de procesado
Exceso de producción

Inventarios excesivos
Transporte innecesario
Movimiento no útil de personas

*Nota. Obtenido de (Porras Díaz et al., 2014).*

## **6.2. Principios de Lean Construction**

El concepto principal de la filosofía Lean tiene un alcance el cual es crear y diseñar métodos de producción para disminuir o suprimir el derroche de materiales y mucha producción de desechos, con el objetivo de obtener la mayor cantidad de valor (Porras Díaz et al., 2014).

Para poder implementar este método en los proyectos se necesita empezar con un compromiso el que implica obtener una mejora constante de la producción para cuando se aplique el principio “Lean” de la manera correcta exista mejoras en calidad, eficiencia de trabajos y seguridad (Porras Díaz et al., 2014). Entre los principios Koskela propone once:

- Reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor.
- Incremento del valor del producto.
- Reducción de la variabilidad.
- Reducción del tiempo del ciclo.
- Simplificación del proceso.
- Incremento de la flexibilidad de la producción.
- Transparencia del proceso.
- Enfoque del control al proceso completo.
- Mejoramiento continuo del proceso.
- Balance de mejoramiento de flujo con mejoramiento de conversión.

- Referenciación.

Los principios mencionados solo se pueden aplicar de manera verídica y eficaz para la industria de construcción solo si la persona con interés para aplicar se fija en mejorar cualquier tipo de gestión de proyecto, en la incorporación de los involucrados en el proyecto para idear la novedosa perspectiva de producción que plantean los fundamentos de LC (Porras Díaz et al., 2014).

### **6.3. Propuesta para empresa constructora**

Se describirá en cada fase la aplicación y conceptos necesarios para implementar la Metodología Lean Construction en la empresa “INMELCON S.A”, para lo cual se planteará una propuesta básica que es aplicable en la constructora y empresas a fines.

#### **6.3.1. Detalles de la Empresa**

**Razón Social:** Constructora e Inmobiliaria Melany Lorena S.A (INMELCON)

**Fecha de constitución:** 13 de diciembre del 2011

**País:** Ecuador

**Provincia:** Guayas

**Cantón:** Guayaquil

**Actividades que desarrolla:**

- Construcción de edificaciones (especialistas en gasolineras)
- Planos estructurales y arquitectónicos
- Avalúo de obras civiles
- Fiscalización de obras
- Levantamiento de terreno

### 6.3.2. Comparación modelo tradicional vs Lean – Primera Fase

Uno de los errores primordiales en el método tradicional del pensamiento enfocado a la construcción es básicamente llegar al producto final y no fijarse en el proceso utilizando los recursos necesarios para hacer que ese producto tenga mucho más valor. Así que se muestra en la Figura 16 como la construcción solamente está enfocada a la transformación, mientras que en el modelo de Lean Construction pasa por un proceso de TFV (Transformación-flujo-valor) Figura 17.

**Figura 16**

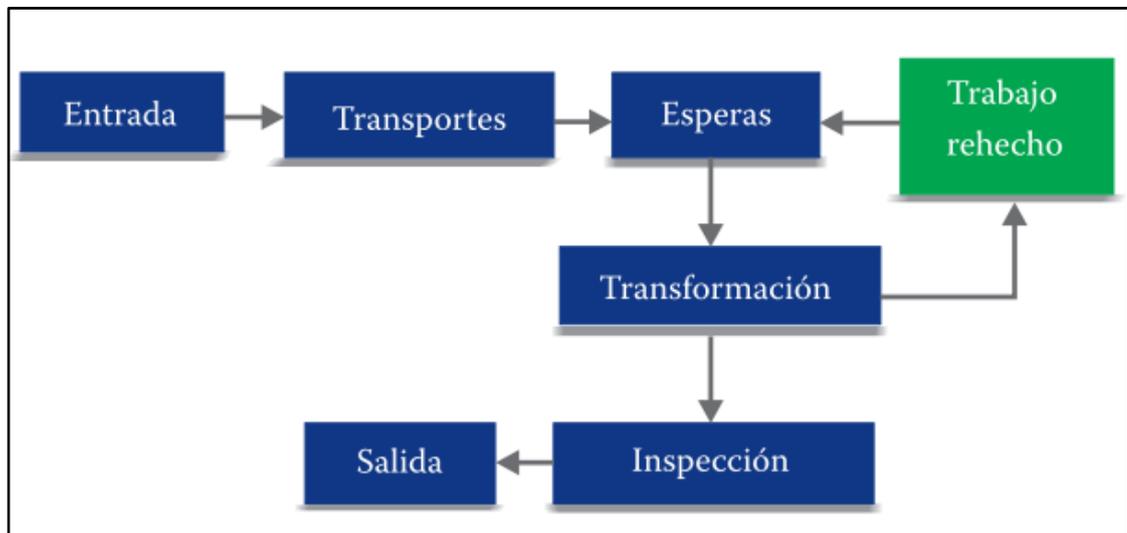
*Sistema de producción convencional*



*Nota. Obtenido de (Porras Díaz et al., 2014).*

**Figura 17**

*Sistema de producción Transformación-Flujo-Valor o Lean*



*Nota. Obtenido de (Porras Díaz et al., 2014)*

Con los gráficos anteriores se hace un ejemplo tanto del modelo tradicional como del modelo de producción Lean tomando en cuenta las actividades que se

realizan normalmente en la empresa INMELCON. En la Figura 18 se presenta el modelo tradicional y en la Figura 19 el Modelo de producción Lean

**Figura 18**

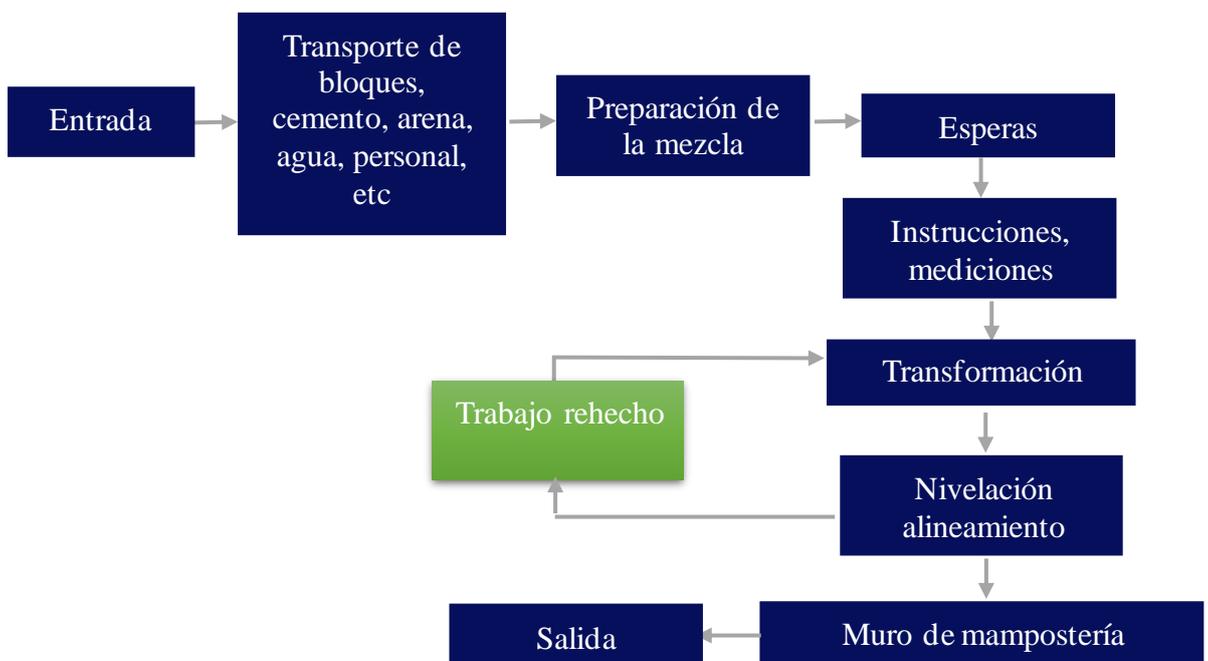
*Ejemplificación de un patrón de procedimiento convencional para la disposición de bloques*



*Nota.* Elaborado por Autor.

**Figura 19**

*Ejemplificación de un patrón de procedimiento Lean para colocar bloques*



*Nota.* Elaborado por Autor.

### 6.3.3. Herramientas de Lean Construction – Segunda Fase

#### Sistema último planificador

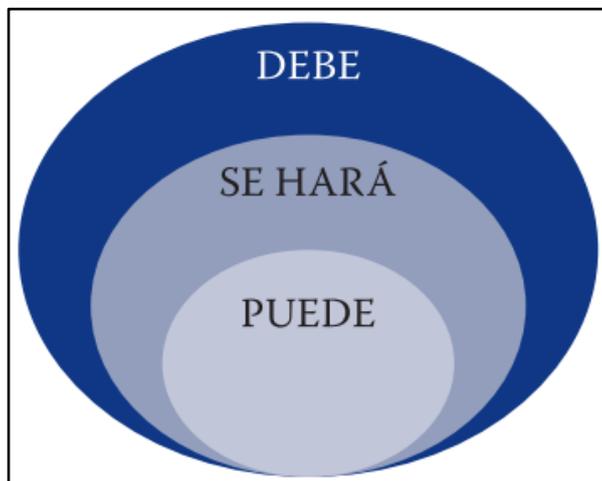
El Sistema del Último Planificador (SUP) es un enfoque pragmático en el cual los directivos de edificación y los líderes de grupo cooperan para elaborar esquemas laborales que pueden ser puestos en marcha con una elevada certeza para elevar la

solidez de la labor. Esta metodología gestiona de manera más eficaz la incertidumbre en la planificación al superar desafíos como convertir la planificación en un sistema, evaluar el desempeño de la implementación del sistema de planificación y, por último, analizar y corregir los errores cometidos en la planificación (Porrás Díaz et al., 2014).

En la Figura 20 la planificación se da en tres procesos teóricos, los cuales son: puede, se hará y debe en cualquier proyecto de obra. Con el propósito de demostrar que convencionalmente las labores que se anticipa llevar a cabo son más numerosas que las que realmente pueden ser efectuadas. Lo que se muestra aquí ejemplifica una de las principales deficiencias en la planificación convencional, ya que el esquema global del proyecto establece lo que debe realizarse, los gestores deciden lo que se llevará a cabo y en el sitio se ejecuta en realidad lo que resulta posible de hacer (Porrás Díaz et al., 2014).

### **Figura 20**

*Planificación estándar*

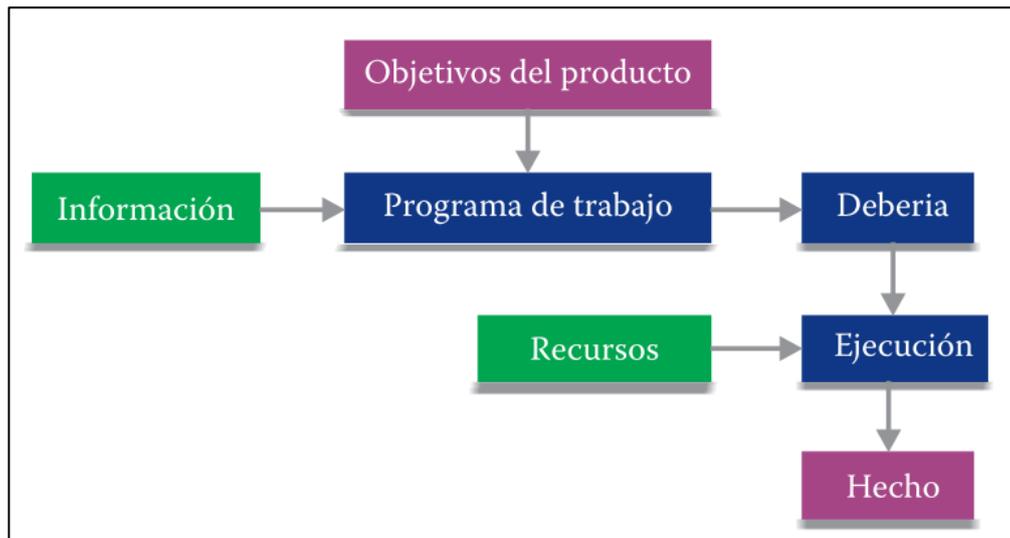


*Nota. Obtenido de* (Porrás Díaz et al., 2014)

Se plantea un esquema de planificación que ha sido utilizado antes, el esquema trata de combatir la incertidumbre y cambios en la construcción, debido a que cada obra crea dudas porque no se puede tener en regla cada restricción o problema que tengan las actividades que se planifican (Figura 21)

**Figura 21**

*Modelo estándar para planificación*

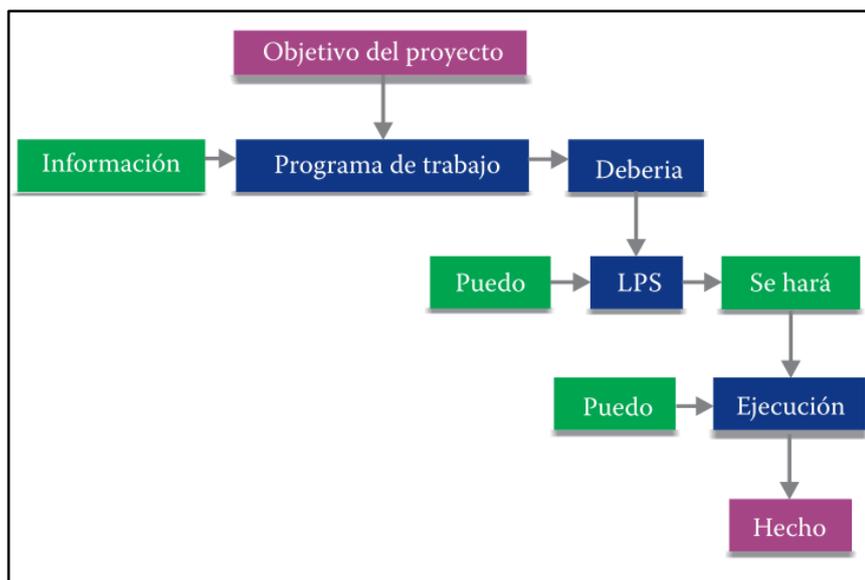


*Nota. Obtenido de (Koskela, 1992).*

Con los gráficos anteriores se hace un ejemplo adaptando cada uno al sistema Lean. En la Figura 22 se modifica el proceso para controlar la programación y todo el plan de control en las obras y así mejorar todo el cronograma de las actividades que se desempeñaran en obra. En cuanto a la planificación usual esto varía ya que las actividades primordiales son las que se harán a las que se pueden hacer (Figura 23).

**Figura 22**

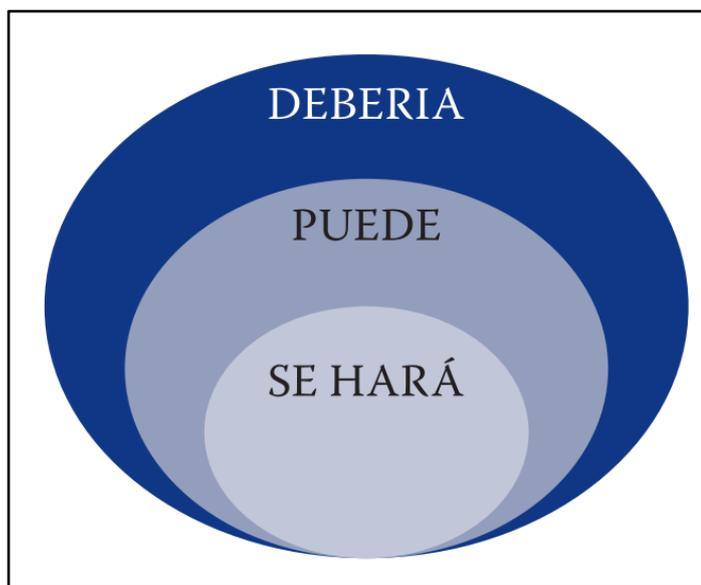
*Modelo Lean para planificación*



*Nota. Obtenido de (Koskela, 1992).*

### Figura 23

*Modelo de planificación - Lean*



*Nota. de* (Porras Díaz et al., 2014).

### **Estructura del SUP**

Esta estructura se desarrolla en tres niveles diferentes para planificar, comenzando desde un punto general hasta algo más centrado o específico, por lo que se plantea un método de planificación en serie basándose en un principio de trabajo metodológico, primero se toma en cuenta el último nivel de la jerarquía ya que es allí donde se realiza la planificación, resumiendo quiere decir que en el final estará una persona o algún grupo encargado de supervisar los trabajos en obra “último planificador” (Porras Díaz et al., 2014).

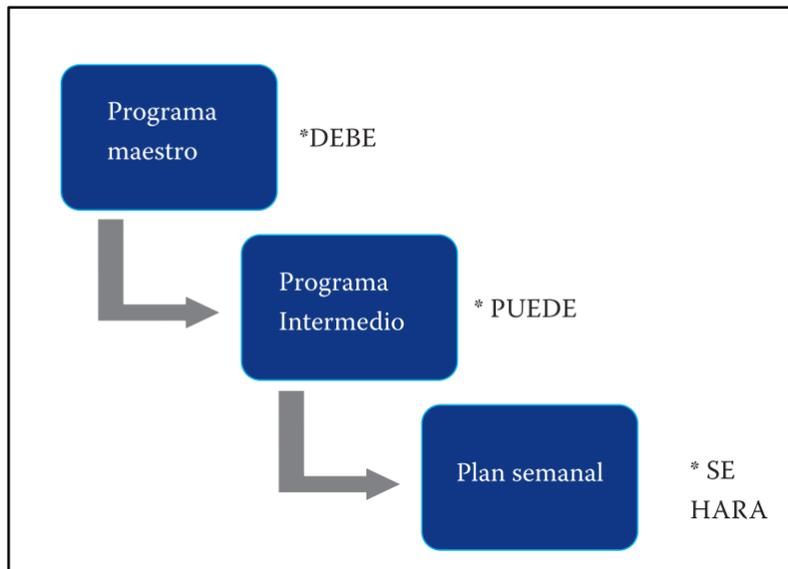
El objetivo de este sistema es lograr los requerimientos que se necesitan para poder realizar algún trabajo y que todo este en su lugar previo a la asignación de distribución de trabajo por actividad. En la Figura 24 estas tareas se clasifican en tres categorías: deben, pueden y se harán (Porras Díaz et al., 2014).

Cada una de ellas muestran en cada etapa la planificación de esta manera: “Programa maestro” muestra que cosas se deben realizar, “Programa intermedio” es el que se encarga de la preparación del trabajo y la cual hace la revisión de

restricciones, “Plan semanal” es el que hace una programación de una lista de actividades que se ejecutan tomando en cuenta a los actores en el cumplimiento de las actividades (Porrás Díaz et al., 2014).

#### **Figura 24**

*Gráfico esquemático Lean – Planificación*



*Nota. Obtenido de* (Porrás Díaz et al., 2014).

#### ***Planificación general o programa maestro***

Consiste en la planificación de todas las labores requeridas para llevar a cabo la edificación de los componentes estructurales, arquitectónicos y otros que conforman el proyecto. La planificación primordial se lleva a cabo mediante gráficos de Gantt, estableciendo los períodos de tiempo de todas las actividades requeridas para concluir la etapa de construcción en los proyectos (Porrás Díaz et al., 2014).

#### ***Planificación del programa intermedio***

En este segundo nivel implica fragmentar la planificación global para evitar el desperdicio de tiempo y recursos; se resaltan las tareas que deben abordarse próximamente. En esta instancia se supervisa la sincronización del diseño, los abastecedores, el personal, los préstamos necesarios para ejecutar las labores y los

datos necesarios para que los equipos de trabajo alcancen sus metas en el terreno. Entonces se deben cumplir los siguientes procesos según (Porrás Díaz et al., 2014):

**Definición de intervalo de tiempo:** Se cuantifica semanalmente, su cantidad está sujeta a las particularidades del proyecto y a los intervalos para obtener datos, suministros, mano de obra y equipos. Algunas tareas demandan tiempos de espera desde el inicio de la solicitud hasta la obtener la respuesta, los plazos para cada tarea en el diagrama central deben definirse en la etapa de planificación inicial.

**Actividades del plan intermedio:** Examinar minuciosamente todas las actividades del plan central que se encuentren dentro de los límites establecidos es algo primordial. Esto permite obtener un conjunto de tareas para cada período de tiempo particular., y cada uno de estos tendrá ciertas limitaciones que dictan su realización.

**Análisis de restricciones:** Cuando se identifiquen labores que conformarán el esquema intermedio, una de las cosas a tomar en cuenta es que se garantice que no tendrán ninguna limitación para la ejecución en tiempo previsto. Se deben completar dos etapas para asegurar que una tarea carezca de limitaciones: En primer lugar, es necesario revisar el cómo están organizados los proyectos en la etapa intermedia a pesar de las trabas o restricciones que existan, además de eso verificar que tan factible sería posicionar los proyectos previos al inicio. El propósito es que se depure cualquier tipo de información que se encuentre en la fase intermedia, después se debe gestionar todo tipo de limitaciones, en lo que se refiere a eliminar todos los obstáculos para cada proyecto con su tiempo preestablecido.

**Intervalo de trabajo ejecutable:** Está conformado por todas aquellas labores que presentan la máxima verosimilitud de ser llevadas a cabo, es decir, aquellas que han pasado por el proceso de evaluación y están exentas de limitaciones; de esta forma se constituye un rango de tareas a ser realizadas.

### *Planificación semanal*

Representa la etapa final del Sistema del Último Planificador (SUP) y muestra el grado más alto de especificidad previo a la realización de una labor; es llevada a cabo por los supervisores y jefes de la obra. Se realiza el PAC el cual es el porcentaje de actividades cumplidas para determinar de forma proporcional cuántas de las actividades previstas se ejecutaron efectivamente en la obra, permitiendo así evaluar la eficacia semanalmente, también ver cuáles son los puntos en donde no se alcanzó el 100%, con el fin de corregirlas en la semana siguiente (Porrás Díaz et al., 2014).

El esquema de labores semanal engloba las tareas que se llevarán a cabo durante la semana. Se confecciona considerando las actividades factibles según lo dispuesto en el Intervalo de Trabajo Ejecutable (ITE), eligiendo lo que se podrá efectuar por semana; se denomina "designaciones de excelencia", es decir, que el esquema de labores semanal constará únicamente de designaciones de excelencia.

Una vez que se ha creado el plan de tareas semanal, el Sistema Último Planificador evalúa el grado de lo que se ha propuesto a cumplir en el PAC, esto ayuda a realizar una alineación de ideas en donde se ve que se tenía planeado realizar para cada proyecto según la planificación semanal con referencia a lo que efectivamente se realizó en el campo. Para el cálculo de PPC, se necesita disponer del total de labores que realmente se lograron concluir en el terreno; por lo tanto, es crucial mantener un formato en el cual cada tarea programada tenga únicamente uno de dos estados posibles: tarea completada o tarea no completada. De esta manera, se obtienen los totales de actividades que se cumplieron y las que no se han cumplido, estas se calculan:

$$PPC = \frac{TOTAL\ ACTIVIDADES\ CUMPLIDAS}{TOTAL\ ACTIVIDADES\ PROGRAMADAS} \times 100$$

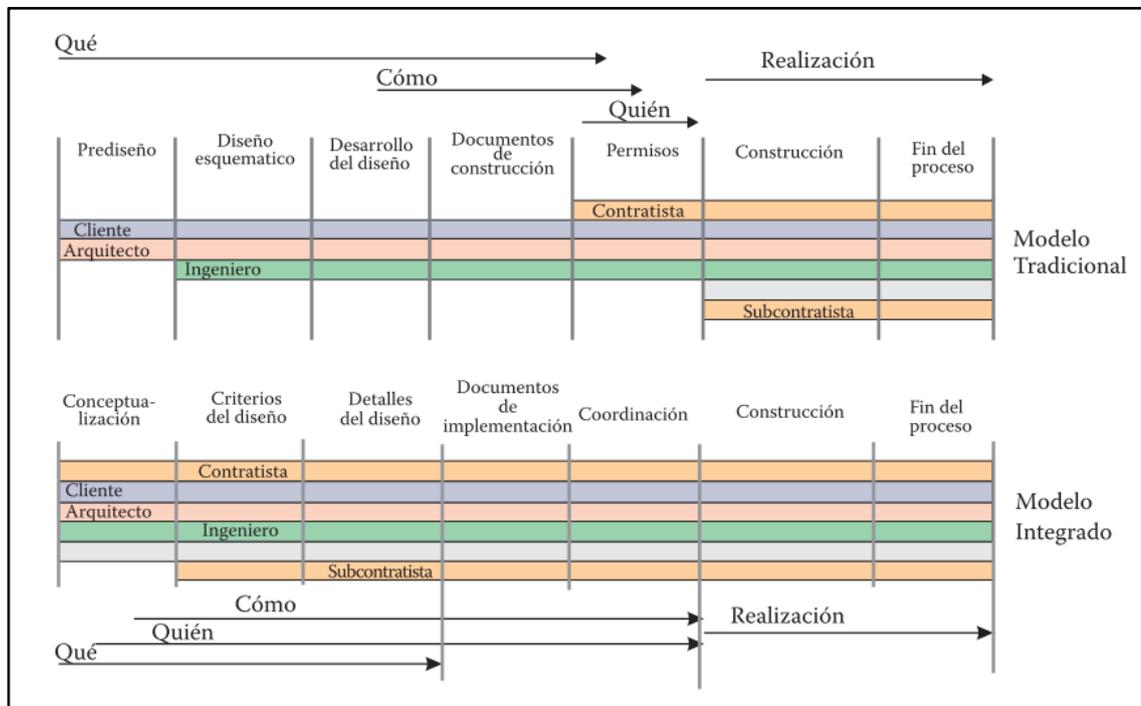
#### ***6.3.4. Modelos para ejecutar proyectos de Filosofía Lean – Tercera Fase***

Existen algunos modelos para poder ejecutar los proyectos y son empleados en la construcción. Para elegir el modelo es netamente decisión del coordinador o del encargado del proyecto. En este caso se propone el modelo Integrated Project Delivery (IPD) el cual trata del modo de estructurar a todos los individuos laborando en el proyecto en un conjunto colaborativo junto al cliente con el objetivo de comprender más a fondo las ideas que cada uno quiere contribuir. En última instancia, la metodología que se adoptará será el cruce de todas estas concepciones sobre el diseño y las fases de edificación, con el propósito de optimizar la realización de los proyectos constructivos (Porrás Díaz et al., 2014).

El enfoque de Integración de Proyecto y Diseño (IPD) rivaliza con el enfoque convencional de implementación de proyectos denominado licitación-construcción, el cual suele seguir la metodología de diseño-licitación-construcción. En el enfoque tradicional, los constructores de niveles superiores no se involucran en el proyecto hasta que el diseño ha avanzado significativamente, mientras que en el modelo IPD, todo el equipo comprende las necesidades del cliente y el método de entrega del proyecto (Porrás Díaz et al., 2014) . Dado que la ejecución es integrada, se mejoran las conexiones para agilizar los plazos de entrega en un proyecto de construcción a través de una mayor implicación del dueño (Figura 25).

**Figura 25**

*Modelo tradicional de ejecución de proyecto vs modelo integrado de ejecución de proyectos*



*Nota. Obtenido de (Porras Díaz et al., 2014)*

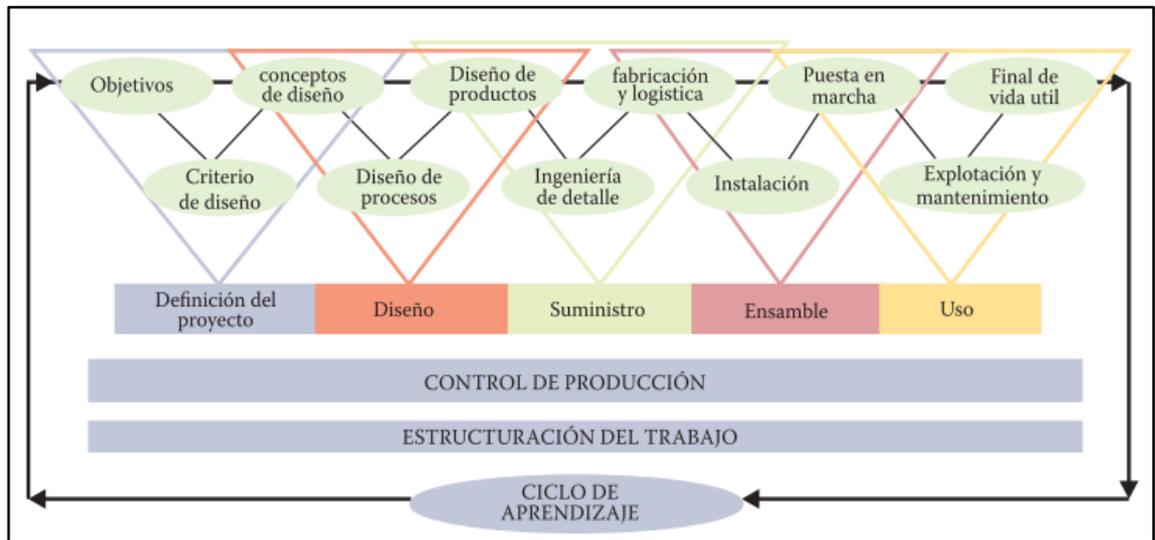
### **6.3.5. Sistema para ejecutar proyectos Lean – Cuarta Fase**

La implementación integrada de proyectos (IPD) está enfocada a la participación de varios actores como el: contratista, diseñador y cliente, todo se basa desde el comienzo del proyecto hasta que se avance a la fase de ejecución de la estructura. Su enfoque se centra en mejorar las interacciones del personal en los proyectos constructivos mediante la modificación de los momentos en los que los desarrolladores del proyecto intervienen, con el propósito de aminorar ciertas etapas del proyecto y el incremento del propósito del mismo. Cuando se aplica el Enfoque Lean a la modalidad IPD, el sistema de proyectos Lean es lo que se obtiene como resultado, esto ayuda a integrar algunos procedimientos y procesos con un objetivo, abarcar ideas y/o habilidades de las personas participes y a su vez esto ayuda a mejorar

el valor para cada cliente e incremento de la gestión en las etapas del proyecto (Porrás Díaz et al., 2014). El esquema conceptual de LPDS se presenta como una serie de cinco etapas (Figura 26) y once fases de ejecución concretas que están reguladas por un módulo de aprendizaje constante, destinado a asimilar las lecciones de los errores ocurridos en cada fase de la aplicación de LPDS al proyecto. El sistema LPDS difiere del sistema convencional de ejecución de proyectos, conocido como diseño-licitación-construcción, debido a que se enfoca en el desarrollo y las soluciones que abarca un proyecto y se presentan en un ámbito común del desarrollo. Un ejemplo de esto sería el modelo tradicional, los diseñadores a menudo proponen diseños sin una comprensión clara de los deseos del cliente, y en la etapa de construcción, corregir estos diseños puede ser costoso. Estos errores son el resultado de una comunicación insuficiente entre las partes involucradas en ambas fases. LPDS propone formar un único equipo compuesto por el cliente, arquitectos, constructores y otros actores clave, todos colaborando en busca de un objetivo compartido. El objetivo es avanzar en el proyecto para completarlo de manera más eficiente y en un tiempo mejorado (Porrás Díaz et al., 2014).

**Figura 26**

*Lean Project Delivery System*



*Nota. Obtenido de (Porras Díaz et al., 2014).*

#### **6.4. Conceptos necesarios para implementar en una constructora aplicando**

##### **I+D+i**

Según (Guio & Bascuñán W, 2006) para implantar el modelo I+D+i en empresas constructoras se basa en una serie de conceptos que se pueden visualizar en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Implementación de conceptos del I+D+i en empresas constructoras*

Conceptos	Descripción
<b>Mano de Obra</b>	No hay mucha capacitación, cada vez la construcción va en vías de desarrollo y mejorándose cada vez más gracias a la innovación tecnológica haciendo que las plazas de empleo se saturen y exista menos mano de obra que esté calificada. Por lo tanto, las técnicas investigativas ayudan a gestionar mejor los recursos y la producción en forma positiva, construyendo más estructuras.
	Para promover una innovación, debe de existir la tecnología a aplicar. En la industria de la construcción se

<b>Potencial Innovación tecnológica</b>	maneja como un bajo nivel tecnológico. Así que en el mercado hay muchos medios de innovación para aplicar en las constructoras, y que no necesariamente implican interferir en lo métodos constructivo que se tienen, es decir, solo mejorarlos.
<b>Capitales</b>	Es complicado lograr avances tecnológicos si no se dispone de los recursos financieros necesarios para cubrir los costos iniciales requeridos para su implementación. Actualmente la ciudad cuenta con cierta cantidad de inversores extranjeros, eso hace que el abastecimiento y financiación de métodos innovativos de tecnología no sería un impedimento.
<b>Considerar los errores más probables</b>	La implementación de innovaciones tecnológicas, al igual que cualquier otra inversión, presenta la posibilidad de no tener éxito en la práctica. La empresa que busca innovar debe estar preparada para enfrentar la realidad de que algunos de los cambios tecnológicos podrían no funcionar como se esperaba. En situaciones como estas, los impulsores de la innovación no deben ser castigados, ya que esto eliminaría cualquier oportunidad futura de progreso y desarrollo.
<b>Promover autonomía</b>	Para fomentar la creación de innovaciones tecnológicas, es recomendable fomentar que los empleados de la empresa tengan un cierto nivel de independencia. Si la dirección muestra una estructura de gestión demasiado rígida, esto puede inhibir la generación de buenas ideas y posibles avances, ya que los empleados podrían temer experimentar con tecnologías novedosas que podrían fracasar. Por lo tanto, la empresa deberá permitir un grado de libertad para explorar y probar nuevas ideas dentro del proyecto.

Nota. Tomado de Innovación tecnológica en la construcción ahora es cuando por (Guio & Bascuñán W, 2006)

## 6.5. Comparación para empresa constructora

**Tabla 3**

*Comparación de una empresa constructora sin aplicar el método Lean Construction vs aplicando el método.*

Empresa constructora sin aplicación de Lean Construction	Empresa constructora aplicando Lean Construction
<b>En los proyectos de construcción normalmente no se cumplen con los plazos establecidos por el contrato y el cronograma de obra se descuadra totalmente por cualquier imprevisto que se presente.</b>	Usando este sistema ayuda a la planificación previa y se realiza un seguimiento con la dirección de la persona encargada, desde su inicio de obra e incluso semanalmente, y con esto se ahorra plazos de entrega, el recurso IPD es el apropiado para este caso.
<b>Normalmente siempre existe desperdicios de material que se encuentra en las obras, debido a un cálculo de material más de lo apropiado o de lo que dispone el proyecto.</b>	Antes de cada proyecto se realiza reuniones en las que tienen como objetivo la planificación y el cálculo adecuado por rubro y este es revisado mediante los técnicos encargados, esto ayuda al ahorro del material y solo se cuantifica lo necesario utilizando el Last Planner System.
<b>Los tiempos de espera son muy elevados cuando no se dispone del equipo, los materiales o las herramientas necesarias para realizar alguna actividad dentro de lo planificado.</b>	Con el Sistema último Planificador, se tiene una planificación general del equipo necesario que entra a cada obra, gracias a esto no se desperdiciará tiempo improvisando material o comprando en ese mismo momento.
<b>El personal no está debidamente calificado, y uno de los problemas es que siempre se trabaja sin EPP (Equipo de Protección Personal), esto conlleva consecuencias graves como caídas, cortes o algún accidente grave.</b>	Crea espacios en el cual se pueda trabajar de forma ordenada y con la capacitación que se da previamente a los trabajadores se puede asegurar que ellos cumplan con las normas para evitar los accidentes.
<b>Los malos diseños que se realizan repercuten al momento que se está construyendo lo que conlleva a que se realice nuevamente el trabajo y esto genera costos extras e innecesarios.</b>	Usando el sistema de planificación general ayudan a que se gestione todo el proceso del proyecto desde su fase inicial y se elaboren los planos y diseño estructural correctamente para que no existan cambios repentinos ni la reconstrucción de alguna estructura mal elaborada.

*Nota. Elaborado por Autor*

## 7. Conclusiones

Luego de un trabajo de análisis investigativo, mediante focus group y entrevistas a profesionales, se concluyó que para las empresas constructoras es importante innovar en sus distintas áreas para poder mantenerse en competencia en el mercado de la construcción, y que el método más apto para aplicarse en las empresas constructoras en la ciudad de Guayaquil es el modelo I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación), gracias a su gestión de logística y organización en las empresas.

El modelo perteneciente al I+D+i que se empleó fue la filosofía Lean Construction, la cual se encarga de gestionar la producción en el ámbito constructivo. Este modelo organiza mediante una mejor metodología la administración de proyectos ya que toma en cuenta el rendimiento de los siguientes puntos:

- Planificar diversos proyectos en conjunto, evitando atrasos y las multas que estos generen.
- Revisar los recursos materiales para que haya el menor desperdicio posible, y, por ende, menor pérdida económica para la empresa.
- Gracias a la creación de espacios para capacitación de los trabajadores se evitan posibles accidentes laborales al tener un mayor control y orden.

Para finalizar, aplicando el modelo I+D+i mediante la filosofía Lean Construction, resaltamos la importancia de innovar para las empresas del sector de la construcción porque no se puede esperar solucionar los problemas vigentes empleando las mismas metodologías que se han empleado durante varios años, por lo tanto, para apuntar a mejores resultados, se deben mejorar los métodos de trabajo.

## **8. Recomendaciones**

Se recomienda que las empresas dedicadas a la construcción implementen métodos innovadores porque llevarán una mejor organización, tendrán más ingresos y lograrán entrar al mercado competitivo.

Para una empresa es primordial tener a sus trabajadores muy bien capacitados, por lo tanto, se recomienda aplicar la filosofía Lean Construction para disponer mano de obra calificada y realizarán el trabajo en menor tiempo y de mejor calidad.

Dados los constantes problemas que la ciudad enfrenta y la idea de aplicar siempre metodologías tradicionales, se recomienda aplicar el modelo I+D+i para estar en constante investigación de muchos métodos innovadores que ayudarán a enfrentar cada obstáculo que se presenta en cada empresa constructora.

## 9. Bibliografía

- Ahmed, S. M., Ahmad, I., Azhar, S. & Mallikarjuna, S. (2003). Implementation of Enterprise Resource Planning (ERF) Systems In The Construction Industry. *Construction Research Congress, Winds of Change: Integration and Innovation in Construction, Proceedings of the Congress*, 1067–1074. [https://doi.org/10.1061/40671\(2003\)125](https://doi.org/10.1061/40671(2003)125)
- Amat Vilalta, P. (2014). *INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN ESPAÑA*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Arthur, J. H. & Ribando, R. J. (2004). Use of insulated concrete form (ICF) construction for energy conservation in residential construction. *International Solar Energy Conference*, 15–22. <https://doi.org/10.1115/ISEC2004-65022>
- Banco Central del Ecuador. (2023). *INFORME DE RESULTADOS CUENTAS NACIONALES TRIMESTRALES Cuarto trimestre de 2022*. [www.bce.ec](http://www.bce.ec)
- Blázquez Sevilla, A. (2017). *REALIDAD AUMENTADA en Educación*.
- Corporación Financiera Nacional B.P. (2023). *FICHA SECTORIAL CONSTRUCCIÓN SUBGERENCIA DE ANÁLISIS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS*. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Construccion.pdf>
- Correa L. Christian, Yepes Victor & Pellicer Eugenio. (2007). Factores determinantes y propuestas para la gestión de la innovación en las empresas constructoras. *Ingeniería de la Construcción*, 22(1), 5–14.
- Díaz Pacheco, M. V. (2020). *METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA EMPRESA*.

- Eduardo Souza. (2019, 13. junio). *9 tecnologías de realidad aumentada para la arquitectura y la construcción*. Archdaily.
- Forti, V., Peter Baldé, C., Kuehr, R. & Bel, G. (2020). *Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular*.
- Galicia, R. (2015). *Innovación Tecnológica*.
- García González, F. (2012). *CONCEPTOS SOBRE INNOVACIÓN*.
- Güell, F. (2014. mayo). Un modelo de gestión de la innovación. *Ponencia presentada en las sesiones de trabajo de la III Jornada de ACCID y APC, Universidad de Girona*.
- Guerrero, V. (2021). *Factibilidad económica de la implementación del sistema constructivo con bloques ICF (Insulated Concrete Forms) en Costa Rica para viviendas unifamiliares, comparado con el método de bloques de concreto prefabricado*. Universidad Latina de Costa Rica.
- Guio, V. & Bascuñán W, R. (2006). Innovación tecnológica en la construcción ahora es cuando. *Revista Ingeniería de Construcción, 21*.
- Haro Carrillo, F. A., Córdova Rosas, N. C. & Alvarado Gárces, M. A. (2017). Importancia de la innovación y su ejecución en la estrategia empresarial. *INNOVA Research Journal, 2(5)*, 88–105.
- Hýlová, L., Mizera, A., Mizera, M., Grund, R. & Ovsík, M. (2018a). Mechanical Properties Study of High Impact Polystyrene under Impact and Static Tests. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 448(1)*.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/448/1/012044>
- Hýlová, L., Mizera, A., Mizera, M., Grund, R. & Ovsík, M. (2018b). Mechanical Properties Study of High Impact Polystyrene under Impact and Static Tests. *IOP*

- Conference Series: Materials Science and Engineering*, 448(1).  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/448/1/012044>
- Koskela, L. (1992). *APPLICATION OF THE NEW PRODUCTION PHILOSOPHY TO CONSTRUCTION*.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, Beatrix. & Panarese, W. C. (2002). *Design and control of concrete mixtures*. Portland Cement Association.
- Kumar, K. S. & Baskar, K. (2015). Development of Ecofriendly Concrete Incorporating Recycled High-Impact Polystyrene from Hazardous Electronic Waste. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, 19(3).  
[https://doi.org/10.1061/\(asce\)hz.2153-5515.0000265](https://doi.org/10.1061/(asce)hz.2153-5515.0000265)
- Lean Construction Institute. (2023). *Lean Construction*.  
<https://leanconstruction.org/lean-topics/lean-construction/>
- López González, C. (2009). *DESARROLLO DE UNA DE METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE CAPACIDADES PARA GESTIÓN DE INNOVACIÓN*.
- Manual de Oslo. (2007). *DIRECTRICES PARA LA RECOGIDA E INTERPRETACIÓN DE INFORMACIÓN RELATIVA A INNOVACIÓN*.
- Mulet Meliá, J. (2006). *La innovación, concepto e importancia económica*.
- OCDE. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. OECD.  
<https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>
- Orihuela, P., Noel, M., Pacheco, S., Orihuela, J., Yaya, C. & Aguilar, R. (2020). *APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN*.

- Porras Díaz, H., Sanchez Rivera, O. G. & Galvis Guerra, J. A. (2014). Lean Construction philosophy for the management of construction projects: a current review. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 11(1).
- Raúl Francisco, O. B. (2015). *Sistemas ERP (Enterprise Resources Planning)*.
- Robles Rodríguez, J. & Velázquez García, L. (2001). *La estructura del mercado laboral en la industria de materiales para la construcción*.
- Rubio Calderón, R. (2021). *MANUAL Sistema Constructivo ICF*.  
www.icfmexico.com®
- Senthil Kumar, K. & Baskar, K. (2015). Development of Ecofriendly Concrete Incorporating Recycled High-Impact Polystyrene from Hazardous Electronic Waste. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, 19(3).  
[https://doi.org/10.1061/\(asce\)hz.2153-5515.0000265](https://doi.org/10.1061/(asce)hz.2153-5515.0000265)
- Serpell B., A. (1987). Innovación tecnológica en la construcción. *Revista de Ingeniería de Construcción N.3*, 1–15.

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Rodríguez Apolo, Danny Oswaldo**, con C.C: **0931835730** y **Mendoza Salvatierra, Estuardo Alejandro** con C.C: **0931718928** autores del trabajo de titulación: **Aplicación del modelo de innovación en el sector de la construcción en Guayaquil** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 08 de septiembre de 2023

### LOS AUTORES:

Nombre: **Rodríguez Apolo, Danny Oswaldo**  
C.C: **0931835730**

Nombre: **Mendoza Salvatierra, Estuardo Alejandro**  
C.C: **0931718928**

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Aplicación del modelo de innovación en el sector de la construcción en Guayaquil.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Mendoza Salvatierra, Estuardo Alejandro Rodríguez Apolo, Danny Oswaldo		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Vera Armijos, Jorge Xavier, M.Sc.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Ingeniería		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Civil		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Civil		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	08 de septiembre de 2023	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	76
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Innovación, tecnología, sector de la construcción		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Organización, constructoras, obras civiles, innovación, gestión, metodologías, producción, proyectos.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>En el presente trabajo se explican distintos métodos y modelos innovadores aplicados en distintas partes del mundo por empresas constructoras para la planificación y construcción de obras civiles. El fin de este trabajo es investigar características, ventajas y desventajas de cada método para desarrollar uno que se pueda aplicar en el sector de la construcción de la ciudad de Guayaquil. El modelo innovador se presenta como una solución a los diversos problemas de productividad, eficiencia y rentabilidad que las metodologías tradicionales acarrearán desde varios años atrás en la ciudad de Guayaquil. Luego de analizar los distintos métodos propuestos mediante investigaciones, visitas técnicas a obras y empresas, entrevistas a profesionales en el sector de la construcción de la ciudad de Guayaquil, y, realizar un Focus Group para recopilar los comentarios de los participantes sobre los métodos innovadores presentados. Se llegó a la conclusión que el modelo de innovación que más se adapta a las necesidades organizacionales y de infraestructura de las empresas constructoras en la ciudad de Guayaquil es el I+D+i, aplicando la metodología Lean Construction. Esta metodología ayuda a las empresas a disminuir o suprimir las labores de prioridad baja para proyectos y mejorar las distintas tareas, lo cual resulta en menores costos de producción y menores tiempos de entrega del producto.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTORES/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-998425609 +593-961233048	E-mail: danny.rodriguez4400@hotmail.com estuardomen.sa@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Clara Glas Cevallos		
	<b>Teléfono:</b> +593-984616792		
	<b>E-mail:</b> clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			