

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto de Integración Curricular

Definición de criterios de optimización en la gestión de costos y cronograma en proyectos de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui aplicando la filosofía “Lean Construcción” en comparación con criterios tradicionales de construcción.

AUTOR:

Alexis Rodrigo Gálvez Muñoz

Alvaro Javier Rueda Egas

QUITO 29, de Mayo de 2023

Contenido

1. Introducción.....	4
1.1 Justificación.....	4
1.2 Planteamiento del problema.....	5
1.3 Objetivos generales y específicos.....	5
OBJETIVO GENERAL:.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	6
1.4 Alcance.....	6
2. Fundamentación teórica.....	6
2.1 “Lean Construction”.....	6
2.1.1 Orígenes y principios de “Lean Construction”.....	6
2.1.2 Beneficios de la aplicación de la filosofía “Lean” en proyectos de construcción.....	8
2.1.3 Herramientas y técnicas de “Lean Construction” aplicables en proyectos de construcción.....	10
2.2 Criterios tradicionales de construcción.....	12
2.2.1 Introducción a los criterios tradicionales de construcción.....	12
2.2.2 Historia y evolución de la construcción en Ecuador.....	13
2.2.3 Características de la construcción tradicional en Ecuador.....	14
2.2.4 Impacto social y cultural de la construcción tradicional en Ecuador.....	16
2.3 Conceptos fundamentales de la gestión de costos.....	17
2.3.1 Introducción a la gestión de costos en la construcción.....	17
2.3.2 Estimación de costos.....	17
2.3.3 Presupuesto de construcción.....	17
2.3.4 Control de costos.....	18
2.3.5 Gestión de riesgos financieros.....	18
2.3.6 Análisis de rentabilidad y viabilidad.....	19
2.3.7 Innovación en la gestión de costos.....	19
2.4 Conceptos fundamentales de la gestión de cronogramas.....	20
2.4.1 Introducción.....	20
2.4.2 Definición de actividades.....	20
2.4.3 Secuenciación de actividades.....	21
2.4.5 Duración de actividades.....	21
2.4.6 Asignación de recursos.....	22
2.4.7 Interdependencias entre actividades.....	22
3. Desarrollo de la gestión en construcción de galpones.....	23
3.1. Descripción del proyecto de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui..	23

3.2 “Lean Construction” en la gestión de costos y cronogramas en proyectos de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui.	25
3.3 HERRAMIENTAS PARA EL SEGUIMIENTO DE LA CORRECTA APLICACIÓN DE “LEAN CONSTRUCTION”.	34
3.3.1 Tabla para el control de cronograma y cumplimiento de actividades.	34
3.3.2 Tabla para el control de costos, evaluación de ganancias o pérdidas (semanales).	36
3.4 Criterios tradicionales de construcción en la gestión de costos y cronogramas en proyectos de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui.	39
4. Análisis de resultados en proyectos de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui.	44
4.1 Análisis comparativo por cada capítulo en construcción de galpones industriales utilizando “Lean construction” (Fase 5) y criterios tradicionales (Fase 4).	44
4.1.1 DESMONTAJES Y DERROCAMIENTOS.	44
4.1.2 ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO.	45
4.1.3 MAMPOSTERÍA Y PAREDES LIVIANAS.	46
4.1.4 ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS.	46
4.1.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.	47
4.2 Resultados de la gestión de costos en proyectos de construcción de galpones industriales utilizando “Lean construction” y criterios tradicionales en referencia a los cronogramas valorados.	48
4.3 Resultados de la gestión de cronograma en proyectos de construcción de galpones industriales utilizando “Lean construction” y criterios tradicionales.	50
5. Conclusiones y Recomendaciones.	53
BIBLIOGRAFÍA:	56
ANEXOS.	59

1. Introducción.

1.1 Justificación.

La industria de la edificación en el Ecuador ha enfrentado diversos inconvenientes en la administración de costos de proyectos. Específicamente, los sistemas constructivos actuales presentan ineficiencias en términos de recursos y mano de obra, lo cual impacta la elaboración de estimados y concursos. Es esencial llevar a cabo la implementación de nuevas filosofías de edificación, como el enfoque "Lean", con el propósito de disminuir los residuos y mejorar los plazos de ejecución de los proyectos.

Es relevante destacar que los métodos tradicionales de construcción no son óptimos para efectuar un análisis de costos de proyectos. Estos métodos tienden a involucrar un modo de pensar que conduce a la generación de desperdicios y labores improductivas, lo cual incrementa los gastos en la edificación. Por tanto, se necesita una filosofía de edificación innovadora centrada en la reducción de los desechos y tiempos improductivos en las obras. El enfoque "Lean" en la edificación busca reducir los costos y mejorar la eficiencia en la utilización de recursos y mano de obra. Esta filosofía se basa en la eliminación de actividades que no añaden valor al proyecto, lo cual posibilita la identificación de oportunidades para mejorar la producción y la rentabilidad del proyecto. Además, la implementación del enfoque "Lean" requiere un cambio cultural en los involucrados en el proyecto, lo cual promueve la adopción de nuevos criterios en la programación y control de obra.

Por consiguiente, la aplicación de la filosofía "Lean" en la edificación en Ecuador es crucial para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos y mano de obra, reducir los costos y aumentar la rentabilidad de los proyectos. No obstante, es importante que esta transición se realice de forma progresiva y planificada para evitar obstáculos de resistencia al cambio y asegurar una migración fluida hacia la nueva filosofía de edificación. En conclusión, la implementación del enfoque "Lean" en la edificación en Ecuador constituye un paso significativo para mejorar la industria y lograr proyectos más rentables y eficientes.

1.2 Planteamiento del problema.

La industria de la construcción en Ecuador se ha caracterizado por la falta de aplicación de criterios modernos en la administración de proyectos. Esto ha dado lugar a grandes cantidades de desperdicios y dilaciones frecuentes, lo que ha afectado la competitividad y rentabilidad de los proyectos. Es importante optimizar los recursos y materiales utilizados en la construcción para ser más competitivos en el mercado y obtener mayores ganancias.

Una de las principales causas de desperdicio en la construcción es el exceso de inventario en la bodega. Las empresas constructoras pueden mantener un alto stock de materiales que no se usan en las actividades relevantes en el momento adecuado, lo que aumenta los costos de almacenamiento y afecta la rentabilidad del proyecto. Por lo tanto, es esencial analizar las actividades y los frentes de trabajo para optimizar la cantidad de personal necesario para cumplir con los cronogramas y presupuestos establecidos.

Para lograr una correcta optimización en la construcción, es necesario aplicar diferentes criterios óptimos. Estos criterios deben incluir la correcta cuota de trabajo y la asignación adecuada de personal para maximizar la eficiencia y reducir los tiempos de ejecución del proyecto. Además, es importante establecer un sistema de control y seguimiento que permita monitorear la evolución del proyecto y tomar medidas preventivas para evitar posibles retrasos o pérdidas.

1.3 Objetivos generales y específicos.

OBJETIVO GENERAL:

Definir criterios de optimización en la gestión de costos y cronograma en proyectos de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui aplicando la filosofía “Lean Construcción” en comparación con criterios tradicionales de construcción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar una revisión bibliográfica de la filosofía “Lean Construction” y los criterios tradicionales de gestión de costos y cronograma utilizadas en proyectos de construcción de galpones industriales, con el fin de identificar las diferencias clave entre ambas metodologías.
- Evaluar la eficacia de la implementación de la filosofía “Lean Construction” en proyectos de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui, en términos de reducción de costos y optimización del cronograma.
- Analizar los principios y herramientas de la filosofía “Lean Construction” y compararlos con los criterios tradicionales de gestión de costos y cronograma utilizadas en proyectos de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui.

1.4 Alcance.

La aplicación de los principios de “Lean Construction” en proyectos de construcción como una estrategia para mejorar la eficiencia, la calidad y la rentabilidad del proceso de construcción.

2. Fundamentación teórica.

2.1 “Lean Construction”.

2.1.1 Orígenes y principios de “Lean Construction”.

“Lean Construction” se originó en la industria manufacturera japonesa en la década de 1950 y se popularizó a nivel mundial gracias a la obra de Taiichi Ohno y Eiji Toyoda en la empresa Toyota (Ballard y Howell, 2003). A pesar de que inicialmente se utilizó en la producción de automóviles, el enfoque Lean se adaptó con éxito a otros sectores, incluyendo la construcción.

Los principios fundamentales del “Lean Construction” se basan en la identificación y eliminación de desperdicios en los procesos de construcción. Los desperdicios, o "Mudas" en japonés, se refieren a todas aquellas actividades que no añaden valor al proceso productivo, como la espera, la sobreproducción, la transportación, el procesamiento excesivo, el inventario y los movimientos innecesarios (Lambert y Pasquire, 2013). La erradicación de

estos excesos resulta vital para optimizar el valor de los productos y servicios, mejorar la excelencia y reducir los gastos de manufactura. Uno de los principios esenciales de la "Construcción Eficiente" es la planificación minuciosa y detallada de las labores constructivas. Esto involucra la creación de un cronograma pormenorizado, en el cual se identifican todas las tareas requeridas para finalizar el proyecto y se establecen los períodos de inicio y conclusión correspondientes a cada labor. El objetivo de este enfoque es minimizar la variabilidad y la incertidumbre en el proceso de construcción, lo que puede retrasar el proyecto y aumentar los costos (Sacks et al., 2010).

Otro principio fundamental del "Lean Construction" es la creación de flujos de trabajo continuos y sin interrupciones. Para lograr esto, se deben eliminar las barreras que impiden el flujo constante de trabajo y se deben establecer procesos estandarizados para cada actividad de construcción. La implementación de flujos de trabajo continuos puede reducir significativamente el tiempo de ejecución del proyecto y mejorar la calidad del trabajo realizado (Koskela, 1992).

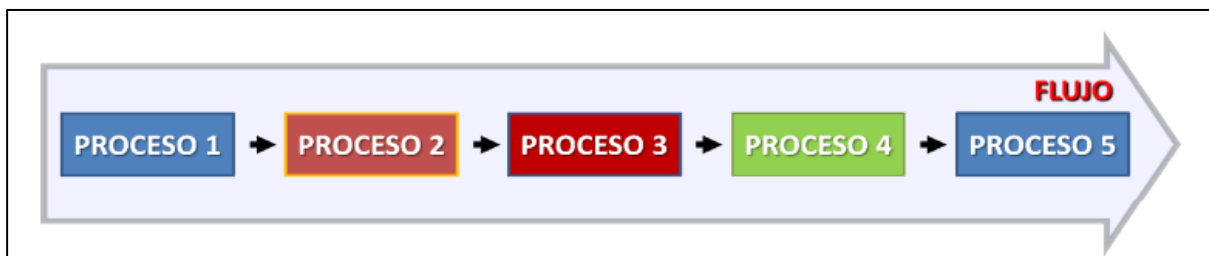


Figura1. Modelo de flujo con procesos eficientes

Fuente: "Capítulo peruano LCI", (2022). <https://leanconstruction.org/resources/lci-research/>.

Un tercer principio fundamental del "Lean Construction" es el fomento de una cultura de colaboración y comunicación entre los miembros del equipo de construcción. Esto implica la creación de equipos multidisciplinarios, en los que cada miembro del equipo tiene un rol específico y trabajan juntos de manera coordinada para lograr los objetivos del proyecto. La colaboración y la comunicación efectiva pueden ayudar a prevenir conflictos y a garantizar que todos los miembros del equipo estén alineados con los objetivos del proyecto (Howell y Ballard, 2005).

2.1.2 Beneficios de la aplicación de la filosofía "Lean" en proyectos de construcción.

La filosofía "Lean" es una metodología de administración de proyectos que se enfoca en eliminar los excesos y maximizar el valor en la edificación. Los principios de la "Lean Construction" se basan en el sistema de producción Toyota, que busca mejorar la eficacia y reducir los costos. La implementación de esta filosofía en la industria de la edificación ha evidenciado diversos beneficios, entre los que se destacan:



Figura: Esquema "Lean"

Fuente: Stsepanets,A, (2022). "<https://blog.ganttpro.com/es/metodologia-lean-ejemplos-principios/>."

Reducción de costos: Uno de los beneficios más notables de la aplicación de "Lean Construction" es la reducción de costos. Al eliminar los desperdicios y optimizar el uso de los recursos, se pueden reducir los costos de producción y aumentar la rentabilidad del proyecto. Según un estudio realizado por Alarcón (2018), la aplicación de "Lean Construction" puede reducir los costos de producción en un 20-30%.

Mejora de la productividad: Incremento de la eficiencia: La filosofía "Ágil" se centra en el perfeccionamiento constante y la supresión de las tareas que no aportan valor al proyecto. Esto se refleja en una elevación de la eficiencia, dado que se eliminan las labores innecesarias

y se optimiza la utilización de los recursos disponibles. Según un estudio realizado por “Sacks y Barak” (2010), la aplicación de “Lean Construction” puede aumentar la productividad en un 25-30%.

Mayor calidad en el proyecto: La filosofía Lean se enfoca en la eliminación de los desperdicios y la mejora continua de los procesos. Esto se traduce en una mayor calidad en el proyecto, ya que se eliminan los errores y se asegura que el trabajo se realice de manera eficiente y efectiva. Según un estudio realizado por Koskela (1992), la aplicación de “Lean Construction” puede reducir los errores en un 50%.

Cuadrilla de trabajo: La cuadrilla de trabajo balanceada se basa en los principios fundamentales de Lean Construction, que buscan eliminar actividades que no agregan valor, optimizar la secuencia de trabajo y promover la colaboración entre los miembros del equipo. Al establecer una cuadrilla de trabajo balanceada, se consideran las habilidades, la experiencia y la carga de trabajo de cada miembro para asignar las tareas de manera eficiente.

En la literatura, diversos autores han destacado la importancia de las cuadrillas de trabajo balanceadas en el contexto de Lean Construction. Por ejemplo, Ballard y Howell (2003) señalan que la creación de cuadrillas de trabajo balanceadas contribuye a reducir los tiempos de espera y los retrasos, mejorando la productividad global del proyecto. Asimismo, Koskela (2000) destaca que una cuadrilla de trabajo balanceada permite minimizar el tiempo de respuesta y mejorar la flexibilidad para adaptarse a cambios en las condiciones del proyecto.

Además, es crucial tener en cuenta que un equipo de trabajo equilibrado no solo implica la asignación adecuada de las labores, sino también la correcta coordinación y comunicación entre los integrantes del grupo. Esto supone fomentar la colaboración, el intercambio de saberes y la resolución conjunta de contratiempos.

Reducción de los tiempos de entrega: La filosofía "Lean" se enfoca en la eliminación de los excesos y la optimización del aprovechamiento de los recursos. Esto se traduce en una reducción de los plazos de entrega, dado que se eliminan las tareas que no aportan valor y se optimiza el empleo de los recursos disponibles. Según un estudio realizado por Ballard y

Howell (2003), la aplicación de “Lean Construction” puede reducir los tiempos de entrega en un 30-50%.

Mejora en la comunicación y colaboración: La filosofía Lean se enfoca en la mejora continua y la colaboración entre los miembros del equipo. Esto se traduce en una mejora en la comunicación y la colaboración, ya que se eliminan las barreras y se fomenta la cooperación entre los miembros del equipo. Según un estudio realizado por Sacks y Barak (2010), la aplicación de “Lean Construction” puede mejorar la colaboración en un 40-50%.

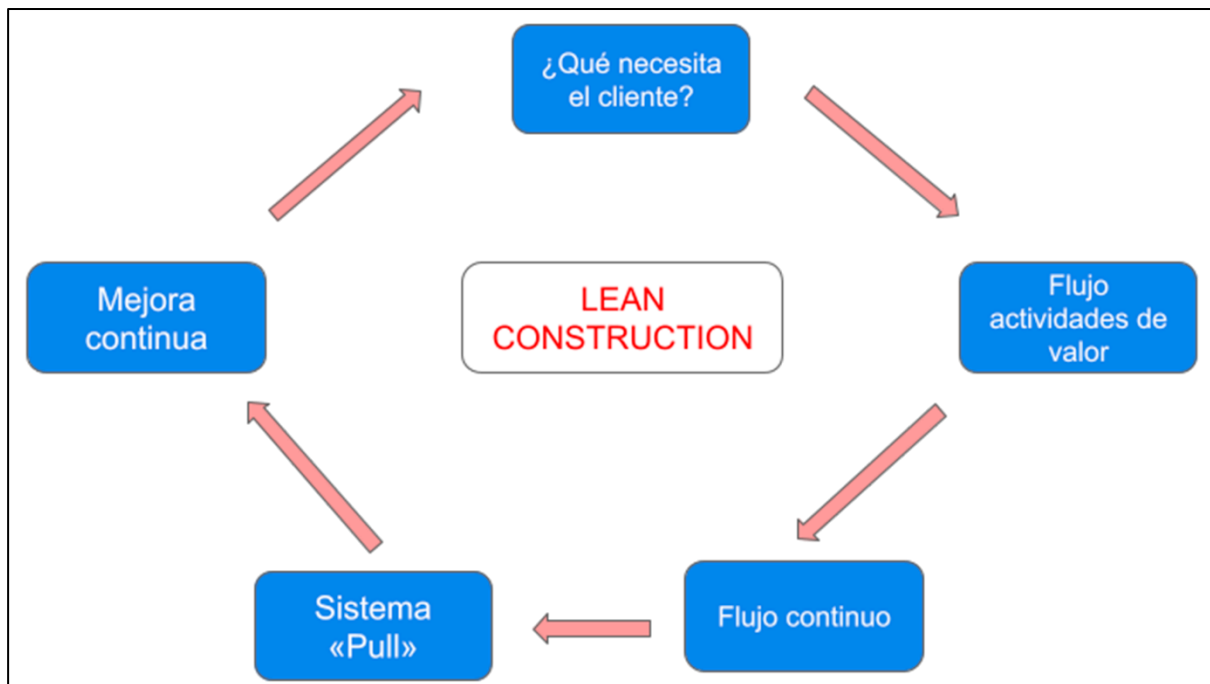


Figura : Evaluación y mejora continua.

Fuente: Spaccesi, H. (2021). <https://amusementlogic.es/noticias-de-la-empresa/optimizacion-del-proceso-constructivo-lean-construction>.

2.1.3 Herramientas y técnicas de “Lean Construction” aplicables en proyectos de construcción.

La implementación de la filosofía “Lean Construction” en proyectos de construcción requiere la aplicación de diversas herramientas y técnicas que buscan la mejora continua del proceso constructivo, la optimización de los recursos y la reducción de los desperdicios. A

continuación, se describen algunas de las herramientas y técnicas más relevantes de “Lean Construction” aplicables en proyectos de construcción:

Mejora Continua.

La mejora continua es una técnica esencial de “Lean Construction” que busca la optimización continua del proceso constructivo (Koskela, 2000). Esta estrategia involucra la detección y supresión de los excesos, la optimización de la excelencia y la disminución de los períodos de espera. El perfeccionamiento constante engloba la identificación de las áreas susceptibles de mejora y la implementación de soluciones eficaces y perdurables. En este sentido, se estimula la participación del personal y se fomenta una cultura de constante mejora. (Koskela, 2000).

Carta Balance.

La carta balance es una herramienta de “Lean Construction” que permite visualizar el flujo de trabajo y la carga de trabajo (Ballard, 2000). Esta herramienta se utiliza para equilibrar la carga de trabajo y evitar la acumulación de tareas. La carta balance permite identificar los cuellos de botella y las áreas que requieren mejoras. Además, permite optimizar el uso de los recursos y mejorar la productividad.

CLASIFICACION DE TRABAJO - Encofrados			CLASIFICACION DE TRABAJO - Vaciado de Losa			CLASIFICACION DE TRABAJO - Tarrajeos		
AP	APOYO	TNC	ED	Esperas y descanso	TNC	TR	TRABAJOS REHECHOS	TNC
T	TRANSPORTE		ST	Simulacion de Trabajo		T	TRANSPORTE	
E	ESPERA	TP	V	Viajes	TP	E	ESPERA	TP
C	COLOCACION		MM	Manejo de Manguera		AM	APLICAR MEZCLA	
S	SEGREGACION		V	Vibrado de Concreto		NM	NIVELAR MEZCLA	
TR	TRAZO		AL	Acabado de Losa		AT	ALISAR TARRAJEO	
H	HABILITACION	TC	R	Reglear	TC	PM	PREPARACION DE MEZCLA	
A	ASEGURADO		I	Instrucciones		TM	TRANSPORTE DE MEZCLA	
L	LIBERACION		L	Lampear		PS	PREPARACION DE SUPERFICIE	
OT	OTROS		TM	Traslado de Manguera		S	SEÑALIZACION	
I	INFORMACION		N	Nivel		I	INSPECCION	
V	VERIFICACION		M	Traslado de Materiales				

Figura: Carta Balance

Fuente: Vargas L, (2017).

“<http://ingenieriyconstruccion929.blogspot.com/2017/07/mejora-de-la-productividad-en-la.html>.”

Control de Cronograma.

El control de cronograma es una técnica de “Lean Construction” que conlleva la organización y el monitoreo de las actividades del proyecto en base a un programa. Esta técnica implica la identificación de las tareas cruciales y la asignación de recursos de acuerdo con su prioridad. El control de programación permite detectar a tiempo los retrasos y tomar medidas correctivas para evitar desviaciones del plan. Por esto, el mejoramiento de los flujos debe

enfocarse en su disminución o eliminación, mientras que los procesos de transformación deben volverse más eficaces. (Koskela, 1992, p. 109).

Control de Costos.

El control de costos es una técnica de “Lean Construction” que implica la identificación y el seguimiento de los costos del proyecto (Koskela, 2000). Esta metodología implica la identificación de los gastos directos e indirectos, la evaluación de los costos venideros y la adopción de acciones para disminuir los gastos. El manejo de costos posibilita una administración eficaz de los recursos y la optimización de la rentabilidad del proyecto. (Koskela, 2000).

Last Planner System.

El “Last Planner System” es un enfoque de programación colaborativa empleado en proyectos de edificación. Se enfoca en la planificación a corto plazo y la sincronización entre los integrantes del equipo para asegurar que las tareas se finalicen puntualmente y dentro del presupuesto. (Ballard, 2000). El sistema se basa en la creación de un plan maestro de producción, seguido de una planificación a nivel de detalle y la coordinación diaria de las actividades. Las herramientas comunes del “Last Planner System” incluyen el uso de tableros visuales, el compromiso de los miembros del equipo y la mejora continua del proceso.

2.2 Criterios tradicionales de construcción.

2.2.1 Introducción a los criterios tradicionales de construcción.

La edificación en Ecuador es una rama primordial que ha aportado de forma considerable al progreso económico y social del territorio. Sin embargo, la utilización de patrones convencionales de construcción ha ocasionado diversos inconvenientes, tales como la carencia de eficiencia, la escasa calidad de la obra y la falta de resguardo laboral. Estos inconvenientes han generado un impacto negativo en la competencia de la industria de la construcción en Ecuador y, consecuentemente, han perjudicado el crecimiento económico y social del país. (Vásquez, 2019). Los criterios tradicionales de construcción en Ecuador se basan en técnicas que se han transmitido de generación en generación y que a pesar de sufrir

mejoras a lo largo del tiempo no llegan a generar los estándares de calidad esperados. Estos criterios se caracterizan por una falta de estandarización y una dependencia de la experiencia y los conocimientos de los trabajadores (Vásquez, 2019). A pesar de que estos criterios han sido utilizados durante siglos, su implementación ha generado diversos problemas en la industria de la construcción en Ecuador. Por lo tanto, es necesario analizar los criterios tradicionales de construcción en Ecuador para identificar los problemas asociados con su implementación y buscar soluciones que permitan mejorar la eficiencia, la calidad de la obra y la seguridad laboral.

2.2.2 Historia y evolución de la construcción en Ecuador.

La historia de la construcción en Ecuador se remonta a la época prehispánica, donde las construcciones eran principalmente de piedra, barro y madera. Los Incas, que habitaron en la región andina de Ecuador, utilizaron técnicas de construcción avanzadas para la época, como la construcción de muros de piedra sin utilizar mortero. Estas técnicas se pueden observar en las construcciones que aún se mantienen en la actualidad, como el complejo arqueológico de Ingapirca.

Durante la época colonial, la construcción en Ecuador estuvo influenciada por los estilos europeos y españoles. Los españoles introdujeron la construcción de iglesias y catedrales, que se convirtieron en los principales ejemplos de arquitectura colonial en el país. Estas construcciones utilizaban principalmente piedra y ladrillo, y se caracterizaban por tener detalles ornamentales y decorativos.

En el siglo XX, la construcción en Ecuador se enfrentó a diversos problemas que afectaron su evolución. Uno de los principales problemas fue la carencia de inversión en infraestructura y tecnología, lo que restringió la habilidad del país para ejecutar proyectos a gran magnitud y de elevada complejidad. A esto se añadió la escasez de personal experto y la ausencia de directrices y reglamentaciones precisas en el ámbito de la edificación. Como consecuencia, muchas edificaciones construidas en ese periodo presentan deficiencias estructurales y de

calidad, lo que las hace vulnerables a los sismos y otros desastres naturales que son frecuentes en el país.

En la actualidad, la construcción en Ecuador se enfoca en la utilización de materiales y tecnologías más sostenibles y eficientes. La construcción de edificios verdes y la utilización de energías renovables son algunos ejemplos de las tendencias actuales en la construcción en el país (Pérez & Terán, 2020). Además, la implementación de programas de vivienda y la construcción de infraestructura como puentes, carreteras y aeropuertos siguen siendo prioridades en la agenda gubernamental.

A pesar de los progresos en el ámbito de la edificación en Ecuador, todavía hay retos por afrontar en lo que respecta a la excelencia y protección de las estructuras, la preparación y adiestramiento de los obreros en la industria, así como la innovación en los materiales y tecnologías empleadas. Es fundamental continuar progresando en el fomento de una edificación más sustentable y efectiva en el país.

Además, la corrupción y la falta de transparencia en los procesos de construcción también han sido un problema recurrente en Ecuador. En muchos casos, los procesos de contratación y adjudicación de obras públicas se han visto empañados por irregularidades y actos de corrupción, lo que ha generado desconfianza en el sector y ha afectado la calidad de las obras construidas (Villacís & Chiriboga, 2018). Esto ha ocasionado que la comunidad exija una transformación en el enfoque de la edificación, y que se persigan nuevas opciones que posibiliten elevar la excelencia de las construcciones y promover la claridad y la implicación de los ciudadanos en la industria.

2.2.3 Características de la construcción tradicional en Ecuador.

La construcción tradicional en Ecuador se ha caracterizado por el uso de materiales y técnicas constructivas que se han transmitido de generación en generación. Aunque el país ha experimentado una evolución hacia la construcción moderna en las últimas décadas, todavía se pueden encontrar construcciones tradicionales en muchas zonas del país, especialmente en áreas rurales.

Una de las características más importantes de la construcción tradicional actual en Ecuador es el uso de materiales locales. En las zonas rurales, por ejemplo, se utiliza la tierra cruda o adobe, que se mezcla con paja, para la construcción de paredes. Otros materiales que se utilizan en la construcción tradicional son la madera, el bambú, la caña guadúa, la piedra y el ladrillo.

Las técnicas constructivas también son una característica importante de la construcción tradicional en Ecuador. En la construcción de paredes de adobe, por ejemplo, se utiliza una técnica de colocación de ladrillos llamada "encofrado", en la que se colocan los ladrillos en forma horizontal y se les da forma curva para aumentar la resistencia de las paredes (Hoyos, 2017).

El estilo arquitectónico de la construcción tradicional en Ecuador también es muy característico. La arquitectura colonial, por ejemplo, se caracteriza por la presencia de balcones y patios interiores, mientras que la arquitectura andina se destaca por el uso de techos a dos aguas y la presencia de pequeñas ventanas para protegerse del frío (Hoyos, 2017).

La construcción tradicional también se distingue por su durabilidad y resistencia. A pesar de que los materiales y técnicas constructivas pueden parecer obsoletos, las construcciones tradicionales han resistido el paso del tiempo y los terremotos gracias a su calidad y solidez (Hoyos, 2017).

Sin embargo, también se han identificado desventajas en la construcción tradicional en Ecuador. Uno de los problemas es la falta de resistencia sísmica, ya que muchas construcciones tradicionales no están diseñadas para resistir terremotos. Además, el uso de ciertos materiales como la tierra cruda y la madera puede contribuir a la deforestación y la erosión del suelo (Hoyos, 2017).

En cuanto a la normativa legal, la construcción tradicional en Ecuador se rige por las normas de construcción y seguridad establecidas por el Código de la Construcción, aunque en algunos

casos se han establecido normas específicas para la construcción con materiales tradicionales (Hoyos, 2017).

En la actualidad, se están desarrollando iniciativas para promover la construcción tradicional en Ecuador, en particular para mejorar su resistencia sísmica y su sostenibilidad ambiental. Por ejemplo, se están implementando programas para la capacitación en técnicas de construcción sismorresistente y para la promoción de materiales locales y sostenibles.

2.2.4 Impacto social y cultural de la construcción tradicional en Ecuador.

La edificación de estructuras en el método convencional ha sido una parte esencial de la identidad ecuatoriana y ha tenido un impacto significativo en la manera en que los individuos habitan y laboran en la nación.

Asimismo, la construcción tradicional ha contribuido a la salvaguarda de la cultura y el legado del Ecuador. En lo que respecta a lo social, la edificación tradicional ha colaborado en la creación de un sentimiento de colectividad en las zonas rurales y urbanas del país. (González, 2018). Las técnicas y materiales utilizados en la construcción tradicional a menudo requieren la colaboración y el trabajo en equipo de los miembros de la comunidad. Esto ha llevado a la formación de grupos de trabajo y asociaciones locales, fomentando la solidaridad y la cooperación entre los miembros de la comunidad.

Desde un punto de vista cultural, la construcción tradicional en Ecuador ha sido una forma importante de preservar el patrimonio y la historia del país. Muchas casas y edificios tradicionales han sido diseñados y construidos siguiendo técnicas ancestrales, lo que ha permitido mantener la continuidad de la cultura y la identidad ecuatoriana. Además, la construcción tradicional a menudo involucra el uso de materiales locales, lo que ha llevado a la preservación de la flora y fauna del país.

Sin embargo, también hay desafíos relacionados con la preservación y promoción de la construcción tradicional en Ecuador. En las últimas décadas, ha habido una tendencia hacia la modernización y la adopción de estilos de construcción extranjeros. Esta tendencia ha llevado a una disminución en el número de edificios tradicionales y ha puesto en riesgo la continuidad de la cultura y el patrimonio ecuatoriano.

2.3 Conceptos fundamentales de la gestión de costos.

2.3.1 Introducción a la gestión de costos en la construcción.

La administración de gastos es un elemento primordial en el sector de la edificación, dado que asegura que los proyectos sean finalizados dentro de los límites presupuestarios establecidos y optimiza el aprovechamiento de los recursos disponibles. Una administración de gastos eficiente en la construcción contribuye a mejorar la rentabilidad de los proyectos, garantizar la calidad y seguridad de las construcciones y aumentar la competitividad de la industria en general. La administración de gastos abarca desde la estimación de gastos, la elaboración de presupuestos, el control de gastos, la gestión de riesgos financieros, hasta el análisis de rentabilidad y viabilidad, y la innovación en la gestión de costos.

2.3.2 Estimación de costos.

La evaluación de gastos es el procedimiento de calcular y anticipar los desembolsos necesarios para finalizar un proyecto de edificación. Es esencial para la planificación y la administración de gastos, dado que permite identificar los recursos económicos requeridos y asignarlos de manera apropiada. La evaluación de gastos implica considerar aspectos como los insumos, la mano de obra, el equipamiento, los servicios, las contingencias, las condiciones del mercado y las condiciones del lugar, entre otros. Las evaluaciones de gastos pueden ser iniciales, detalladas o actualizadas en función del progreso del proyecto y la disponibilidad de información. (Koskela, 1992). En el sector de la edificación se dedica poco tiempo al proceso de planificación de las obras, generalmente se basa en el enfoque tradicional, el cual consiste en tomar Materias Primas (entrada) y convertirlas en productos (salidas) que se ajustan a un modelo conocido como Modelo de Producción.

2.3.3 Presupuesto de construcción.

El presupuesto de construcción es un documento detallado que asigna recursos financieros a diferentes partes de un proyecto de construcción. El presupuesto debe ser lo más preciso posible y basarse en estimaciones realistas de costos para garantizar que se cumpla con los

objetivos de calidad, tiempo y rentabilidad del proyecto. El presupuesto de construcción permite también evaluar la viabilidad financiera de un proyecto y establecer límites de gasto para cada etapa del proceso constructivo. Además, el presupuesto sirve como una herramienta de comunicación entre las partes interesadas y como base para el control de costos durante la ejecución del proyecto.

2.3.4 Control de costos.

La administración de gastos es un proceso constante de supervisión y ajuste de los desembolsos durante la ejecución de un proyecto de edificación. Este proceso es fundamental para evitar excesos en los costos y asegurar el cumplimiento de los objetivos económicos establecidos. La administración de gastos implica la comparación de los desembolsos reales con los presupuestados, la identificación de desviaciones y la implementación de medidas correctivas para mantener el proyecto dentro del límite presupuestario. La administración de gastos también puede involucrar la renegociación de contratos, la optimización de la cadena de abastecimiento y la búsqueda de alternativas para reducir los costos sin comprometer la calidad del proyecto.

2.3.5 Gestión de riesgos financieros.

La gestión de riesgos financieros en la construcción es el proceso de identificar, evaluar y controlar los posibles riesgos financieros que pueden afectar la rentabilidad y el éxito de un proyecto. Según Damodaran (2007), los riesgos financieros pueden incluir fluctuaciones en los precios de materiales, cambios en las tasas de interés, demoras en la entrega, disputas legales, cambios en la legislación, incertidumbre económica y otros factores externos que puedan influir en los costos del proyecto. La gestión de riesgos financieros implica desarrollar estrategias para mitigar estos riesgos, como diversificar las fuentes de suministro, establecer contingencias en el presupuesto, utilizar contratos a precio fijo, implementar sistemas de control de calidad y monitorear constantemente los factores externos que pueden afectar el proyecto (Damodaran, 2007).

2.3.6 Análisis de rentabilidad y viabilidad.

El examen de rentabilidad y factibilidad es un proceso que evalúa la posibilidad de éxito de un proyecto de edificación desde el punto de vista financiero. Este examen ayuda a determinar si un proyecto es viable y beneficioso, considerando aspectos como los costos estimados, los ingresos previstos, el flujo de efectivo y la tasa interna de rendimiento (TIR). El examen de rentabilidad y factibilidad es fundamental para tomar decisiones informadas acerca de la inversión en proyectos de construcción y para asegurar la eficiente utilización de los recursos disponibles.

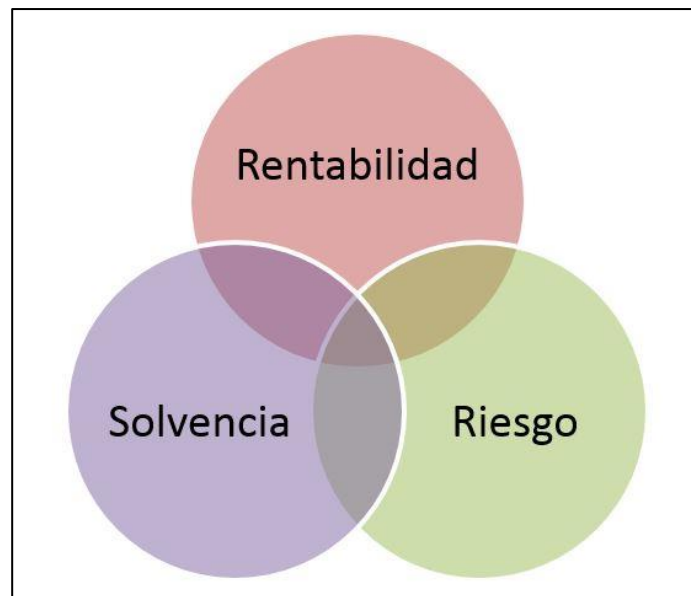


Figura: Diagrama de rentabilidad

Fuente: Rodríguez, L. "<https://ugremprendedora.ugr.es/viabilidad-de-proyectos/>"

2.3.7 Innovación en la gestión de costos.

La innovación en la gestión de costos se refiere a la adopción e implementación de nuevas metodologías, herramientas y tecnologías que permiten mejorar la eficiencia y efectividad en la estimación, presupuestación y control de costos en proyectos de construcción. Como señalan Ofori y Sackey (2019), la innovación en la gestión de costos puede incluir la implementación de software especializado para la estimación y el control de costos, el uso de técnicas de modelado y simulación para predecir costos, la adopción de metodologías de gestión de proyectos como "Lean Construction" y la implementación de sistemas de información integrados para mejorar la comunicación entre las partes interesadas.

2.4 Conceptos fundamentales de la gestión de cronogramas.

2.4.1 Introducción.

La administración de tiempos es una de las áreas fundamentales de la administración de proyectos. Un calendario es una herramienta que permite planificar y programar las tareas necesarias para lograr los objetivos del proyecto en un lapso determinado. La administración de tiempos implica la definición de las tareas, su secuencia y duración, la asignación de recursos y la identificación de las interrelaciones entre las diferentes tareas. En este documento se presentan los principios esenciales de la administración de tiempos, con ejemplos y explicaciones detalladas.

2.4.2 Definición de actividades.

La etapa inicial de la administración de tiempos implica la determinación de las acciones requeridas para lograr los objetivos del proyecto. Una acción es una tarea específica que debe llevarse a cabo para finalizar el proyecto. Cada acción debe contar con una descripción precisa y detallada, que permita comprender qué se debe realizar y cuáles son los resultados esperados. La determinación de acciones debe ser exhaustiva, es decir, es necesario identificar todas las tareas necesarias para completar el proyecto. (Project Management Institute, 2017).

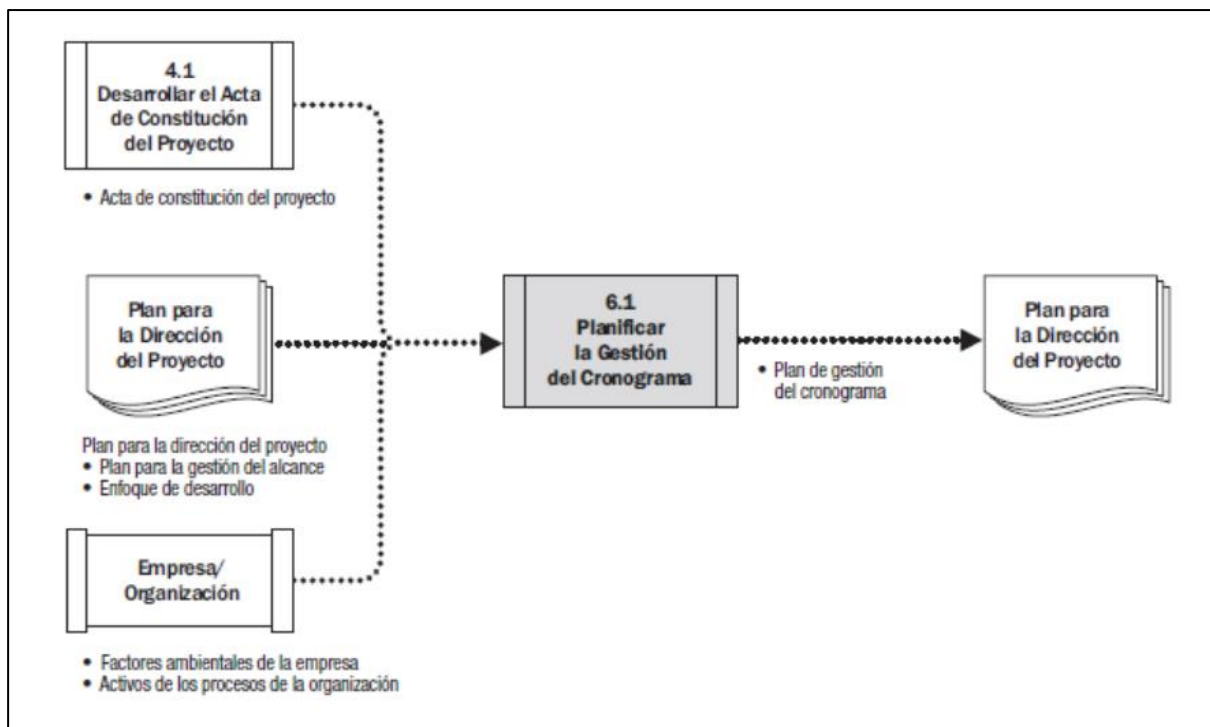


Figura: Planificación de la gestión de cronograma

Fuente: Herrera, C. (2020)

https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/590345/mod_resource/content/1/Presentación%20de%20Gestión%20del%20Cronograma.pdf.

2.4.3 Secuenciación de actividades.

Una vez definidas las actividades, es necesario determinar su secuencia. La secuenciación de actividades implica identificar cuál actividad debe ser realizada primero, cuál después y cuáles pueden ser realizadas en paralelo. La secuencia de actividades es importante porque determina la duración total del proyecto y permite identificar las interdependencias entre las diferentes tareas (Kerzner, 2017).

2.4.5 Duración de actividades.

La duración de cada actividad es otro aspecto fundamental de la gestión de cronogramas. La duración de una actividad es el tiempo que se requiere para completarla. La duración de las actividades puede variar significativamente, dependiendo de su complejidad y de los recursos

disponibles. Es importante ser realista al estimar la duración de las actividades, ya que una sobreestimación puede llevar a una planificación demasiado laxa, mientras que una subestimación puede llevar a una planificación demasiado ajustada.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES CONSTRUCCION DE CAMINERÍA

ACTIVIDAD	TIEMPO EN SEMANAS (PLAZO 60 DÍAS)							
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Limpieza del terreno	■							
Trazado y Replanteo	■							
Excavación Manual		■	■	■				
Construcción de bordillos			■	■	■			
Relleno y compactación con lastre				■	■	■		
Relleno y compactación con arena						■	■	
Colocación de adoquín						■	■	■
Corchado y masillado de extremos								■

Figura: Ejemplo cronograma de actividades

Fuente: Ascanta, K. <https://es.scribd.com/document/402080556/CRONOGRAMAS>

2.4.6 Asignación de recursos.

La asignación de recursos es el proceso de asignar los recursos necesarios para realizar las actividades del proyecto. Los recursos pueden ser humanos, materiales o financieros. La asignación de recursos debe ser cuidadosamente planificada, ya que los recursos son limitados y su asignación debe ser equilibrada para evitar desequilibrios y retrasos en el proyecto (Kerzner, 2017).

2.4.7 Interdependencias entre actividades.

Las interdependencias entre actividades son otro aspecto clave de la gestión de cronogramas. Las interdependencias se refieren a las relaciones entre las diferentes actividades del proyecto. Algunas actividades pueden ser realizadas en paralelo, mientras que otras deben ser realizadas en secuencia. Las interdependencias deben ser cuidadosamente identificadas y gestionadas para evitar retrasos en el proyecto.

3. Desarrollo de la gestión en construcción de galpones.

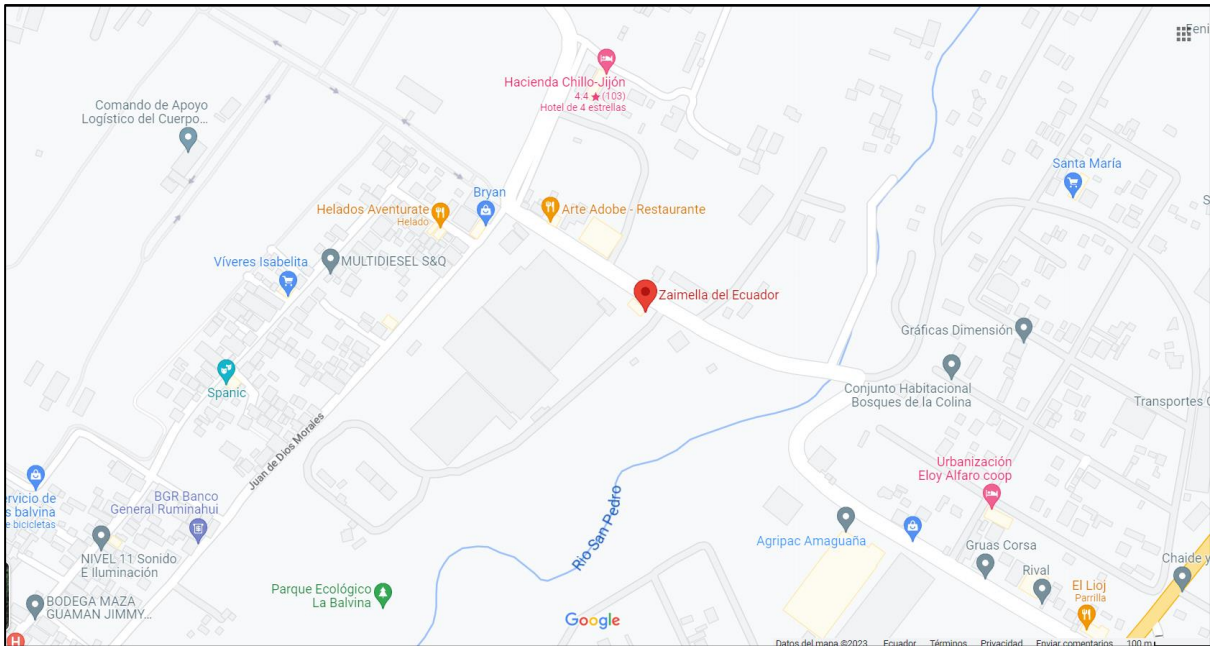
3.1. Descripción del proyecto de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui.

El proyecto consiste en la construcción de una nave industrial en Amaguaña, diseñada para proporcionar un espacio de trabajo amplio y cómodo para los empleados. El objetivo principal es mejorar la eficiencia y el bienestar de los trabajadores. El proyecto influye también la construcción de un nuevo laboratorio, el cual está comprendido por: -BAÑOS HOMBRES Y MUJERES 39 m² -CUARTO DE LIMPIEZA 5m² -LABORATORIO COSMÉTICO 47.77m² - LABORATORIO ABSORBENTES 86.30m² -PASILLO 1.20m -BODEGA DE MUESTRAS 49.80m² - LABORATORIO DE DESEMPEÑO 70.50 m² -LABORATORIO MATERIA PRIMA 66.55 m².



RENDER DEL LABORATORIO FASE 5, (FUENTE: SEMAICA)

Ubicación: La nave industrial se encuentra en el sector Las Balvinas en Amaguaña. El clima de la zona es variable, con fuertes lluvias por la tarde que pueden dificultar las actividades de construcción. El terreno es plano y presenta un alto nivel freático, lo que requiere mejoramiento del suelo.



Google (2023). [Indicaciones de Google Maps para ubicación de Zaimella].

Alcance del proyecto:

- ✓ Estructura metálica A36 con vigas y cumplimiento de normas e inspecciones.
- ✓ Paredes de mampostería.
- ✓ Paredes de galvalumen en la parte superior y techos de galvalumen con paneles translúcidos.
- ✓ Cimentación con plintos aislados.
- ✓ Pisos alisados con recubrimiento de pintura epóxica color verde resistente al alto tráfico.
- ✓ Instalaciones sanitarias conectadas a la red existente de Zaimella.
- ✓ Instalaciones eléctricas provenientes de la subestación de la planta de producción.
- ✓ Plataformas niveladoras en las entradas de los muelles de carga.
- ✓ Puertas enrollables de 2,05 x 3 metros en las áreas de carga.
- ✓ Techos de gypsum y paredes con empaste y pintura blanca en las oficinas.
- ✓ Objetivos del proyecto: Ampliar las áreas de trabajo para mejorar la comodidad de los empleados y aumentar la eficiencia en un ambiente de lujo.
- **Cronograma:** El proyecto tiene un plazo de 3 meses a partir de la entrega del anticipo, con fecha prevista de finalización el 23 de abril de 2023.

- **Presupuesto:** El presupuesto total del proyecto es de 450 000 USD, desglosado de la siguiente manera:
 - ✓ Estructura metálica: 100 000 USD.
 - ✓ Muebles especiales: 45 000 USD.
 - ✓ Acabados e instalaciones: 305 000 USD.

- **Participantes clave:**
 - Propietario: Zaimella.
 - Contratista: Semaica.
 - Reguladores: Personal de Zaimella.

- **Metodología de construcción:** El proyecto emplea métodos de “Lean Construction” para optimizar la eficiencia y reducir los desperdicios.

- **Sostenibilidad y aspectos medioambientales:** El manejo de residuos y la sostenibilidad se abordan siguiendo las normas vigentes en Ecuador.

- **Riesgos y desafíos:** Existe el riesgo de multas debido a posibles retrasos en la construcción, causados por las condiciones climáticas y las dificultades en la ejecución de trabajos en altura y sold.

3.2 “Lean Construction” en la gestión de costos y cronogramas en proyectos de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui.

En este análisis, se investiga el impacto de la metodología "Lean Construction" en la administración de gastos y tiempos en la construcción de una nave industrial en Amaguaña. La implementación de los fundamentos y enfoques de "Lean Construction" en el proyecto ha posibilitado el incremento en la eficacia del uso de recursos, la disminución de excesos y la optimización de la cooperación entre los involucrados en el proyecto.

Implementación de Lean Construction en el proyecto.

En el proyecto de construcción de la nave industrial en Amaguaña, se han aplicado métodos de “Lean Construction”, como el “Last Planner System”, la planificación “pull” y la gestión visual. Estas prácticas permitieron una mejor comunicación y coordinación entre los participantes del proyecto, lo que resultó en una mayor eficiencia en el proceso de construcción. A continuación, se detalla cómo se aplicaron los conceptos de “Lean construction” en cada uno de los capítulos del proyecto:

1. DESMONTAJE Y DERROCAMIENTOS.

En la etapa de desmontaje y derrocamientos, se aplicó la planificación "pull" y se eliminaron actividades innecesarias, lo que permitió optimizar el uso de los recursos y reducir los desperdicios. Además, se utilizó la gestión visual para comunicar el estado actual del proyecto y las próximas acciones a tomar. Esto mejoró la coordinación y la toma de decisiones, lo que resultó en una mayor eficiencia en el proceso de construcción y una reducción de los tiempos de ejecución.

Durante la etapa de desmontaje y derrocamientos se aplicó un plan de trabajo que incluyó la eliminación selectiva de los elementos estructurales, la identificación de los residuos y la segregación de estos. Además, se utilizaron herramientas específicas, como cinceles neumáticos y demoledores, y maquinarias como retroexcavadoras y cargadores frontales, para optimizar el rendimiento de las actividades.

En total, se desmontaron y derrocaron 228.88 metros cuadrados de mampostería y estructura. Los rendimientos promedio obtenidos para estas actividades fueron de 1.57 metros cuadrados por hora para la demolición de mampostería y de 1.23 metros cuadrados por hora para la demolición de estructuras.

Asimismo, se implementó una estrategia de segregación de residuos, que permitió la separación de materiales reciclables y no reciclables. Se logró recuperar y reciclar el

20% de los residuos generados en la etapa de desmontaje y derrocamientos, lo que contribuyó a minimizar el impacto ambiental del proyecto.

A continuación, el cronograma de actividades de la etapa de desmontaje y derrocamientos:

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS										TIEMPO EN MESES		
PROYECTO: LABORATORIO										1	2	3
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION				
1 LABORATORIO FASE 4					\$ 313,284.98							
1.4	DERROMTAE Y DERROCMIENTOS				\$ 13,970.98							
1.4.1	Derrocamiento de mampostería existente inc. Desalojo	m2	228.88	35.60	\$ 8,148.09	1	1	1	\$ 8,148.09			
1.4.2	Desmontaje y desalojo de estructura	kg	2,596.00	0.80	\$ 2,076.80	1	1	1	\$ 2,076.80			
1.4.3	Desmontaje de malla galvanizada	m2	18.57	7.50	\$ 139.27	1	1	1	\$ 139.27			
1.4.4	Reubicación de gabinete contraincendios	Glb	1.00	396.00	\$ 396.00	1	1	1	\$ 396.00			
1.4.5	Desinstalación de ventanas de aluminio y vidrio	m2	11.80	23.00	\$ 271.40	1	1	1	\$ 271.40			
1.4.6	Desmontaje de ducto de ventilación L= 10.2m	Glb	1.00	289.00	\$ 289.00	1	1	1	\$ 289.00			
1.4.7	Desmontaje de puertas metálicas corredizas (1,25 x 2,05 m)	u	2.00	94.00	\$ 188.00	1	1	1	\$ 188.00			
1.4.8	Desmontaje de instalaciones eléctricas	Glb	1.00	586.00	\$ 586.00	1	1	1	\$ 586.00			
1.4.9	Derrocamiento de mesón existente de hormigón. Incluye desalojo a=0.60m h=0.90m	m	20.51	35.60	\$ 730.03	1	1	1	\$ 730.03			
1.4.10	Desmontaje de muebles bajos y altos	m	21.77	19.60	\$ 426.62	1	1	1	\$ 426.62			
1.4.11	Retiro de porcelanato de piso	m2	2.00	6.20	\$ 12.40	1	1	1	\$ 12.40			
1.4.12	Retiro de piezas sanitarias (2 inodoros, 2 lavamanos)	u	1.00	28.00	\$ 28.00	1	1	1	\$ 28.00			
1.4.13	Desmontaje de mesones de granito	m	2.00	38.40	\$ 76.80	1	1	1	\$ 76.80			
1.4.14	Desmontaje de gradas metálicas	u	1.00	296.00	\$ 296.00	1	1	1	\$ 296.00			
1.4.15	Desmontaje de puerta de madera h=2.10m a=1.0m	u	1.00	46.00	\$ 46.00	1	1	1	\$ 46.00			
1.4.16	Desmontaje de puerta metálica h=2.10m a=1.0m	u	1.00	78.00	\$ 78.00	1	1	1	\$ 78.00			
1.4.17	Desmontaje de gypsum en tumbado	m2	143.68	1.00	\$ 143.68	1	1	1	\$ 143.68			
1.4.18	Apertura para ventana en friso existente	m2	0.90	43.20	\$ 38.88	1	1	1	\$ 38.88			

Fase 5: Cronograma de etapa de desmontaje y derrocamientos, (Fuente: Semaica)

Con el cumplimiento del cronograma en la etapa actual usando planificación "pull" para eliminar actividades innecesarias durante la etapa de desmontaje y derrocamientos, lo que permitió optimizar el uso de los recursos y reducir los desperdicios, lo que a su vez se tradujo en una mayor eficiencia en el proceso y una reducción en los tiempos de ejecución. Además, con los formatos (Anexos 4 y 6) se lleva a cabo un control del correcto uso de la metodología "Lean Construction" enfocada en costos y cronogramas.

2. ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO.

En la etapa de construcción de la estructura de hormigón armado, se establecieron cuadrillas de trabajo óptimas para cada actividad. Para la construcción de los muros de hormigón de 1,40 metros de alto y 25 metros de largo se formaron cuadrillas de 6 personas cada una, con un rendimiento promedio de 0,70 metros cúbicos de hormigón vaciado por hora. Para el armado de acero de refuerzo, se formaron cuadrillas de 4

personas cada una, con un rendimiento promedio de 4,5 kilos de acero por hora por persona.

Para optimizar los tiempos y costos, se solicitó el acero figurado para evitar el corte y doblado de acero en el sitio de construcción. Además, se utilizó hormigón de resistencia $f'c$ 280 kg/cm² y se realizó un replantillo de hormigón con una resistencia de 140 kg/cm² para mejorar la calidad de la base.

En cuanto a las herramientas y maquinarias utilizadas, se utilizaron encofrados de doble cara y vibradores para compactar el hormigón. No se utilizaron equipos de corte ya que el acero figurado se suministró en las longitudes necesarias.

Entre las actividades que se llevaron cabo en la etapa de elaboración de hormigón armado se encuentra:

- ✓ Colocación de acero de refuerzo, asegurándose de que estén en la posición adecuada y cumplan con los requisitos del diseño estructural.
- ✓ Colocación de los encofrados para dar forma a los muros y columnas, asegurándose de que estén nivelados y estables.
- ✓ Vertido de la mezcla de hormigón en los encofrados, asegurándose de que se distribuya de manera uniforme y se compacte adecuadamente.
- ✓ Nivelación y alisado de la superficie del hormigón, utilizando herramientas adecuadas como reglas, niveladores y llanas.
- ✓ Retiro de los encofrados una vez que el hormigón se ha endurecido lo suficiente, asegurándose de no dañar la superficie del hormigón.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS											
PROYECTO: LABORATORIO											
									TIEMPO EN MESES		
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION	1	2	3
1 LABORATORIO FASE 4					\$ 313,284.98						
1.2	ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO				\$ 17,154.92						
1.2.1	Picado de contrapiso existente para nuevas columnas	m2	6.80	79.90	\$ 543.32	2	2	1		\$ 543.32	
1.2.2	Hormigón f'c=140 kg/cm2 en replantillo	m3	0.34	142.34	\$ 48.40	2	2	1		\$ 48.40	
1.2.2	Hormigón f'c=280 kg/cm2 en bases en columnas	m3	2.99	330.81	\$ 989.12	2	2	1		\$ 989.12	
1.2.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	179.40	1.70	\$ 304.98	2	2	1		\$ 304.98	
1.2.4	Deck 0.65 mm	m2	500.00	14.55	\$ 7,273.00	2	2	1		\$ 7,273.00	
1.2.5	Hormigón f'c=280 kg/cm2 en deck , 5 cm sobre la cresta	m3	18.78	330.81	\$ 6,213.11	2	2	1		\$ 6,213.11	
1.2.6	Malla electrosoldada fy= 5000 kg/cm2, una varilla 6 mm cada 10 cm, en losa	m2	250.42	7.12	\$ 1,782.99	2	2	1		\$ 1,782.99	

Fase 5: Cronograma de etapa de estructura de hormigón armado, (Fuente: Semaica).

Utilizando los principios de “Lean Construction” permite una mayor eficiencia en el proceso de construcción, eliminando desperdicios y optimizando recursos. La dosificación del hormigón se realiza de manera precisa, evitando la sobredosificación y minimizando la cantidad de residuos. La preparación del terreno se realiza con un enfoque en la reducción de movimientos innecesarios y en la creación de un entorno de trabajo seguro y eficiente.

La colocación de encofrados y armaduras se realiza de manera estratégica (encofrados a doble cara), con el objetivo de reducir el tiempo y los movimientos necesarios para completar estas actividades. El vertido del hormigón se realiza de manera coordinada, asegurando que se distribuya de manera uniforme y se compacte adecuadamente. La nivelación y el alisado del hormigón se realizan de manera eficiente, utilizando herramientas y técnicas que minimizan el tiempo y los movimientos necesarios.

La eliminación de los encofrados se realiza con un enfoque en la minimización de residuos y la reutilización de materiales cuando sea posible. El curado del hormigón se realiza de manera óptima, asegurando que se logre la resistencia adecuada y la durabilidad de la estructura. La construcción de los muros y columnas restantes se realiza de manera eficiente, utilizando las lecciones aprendidas y aplicando las mejores prácticas.

Para el control se aplica el (Anexo 4 y 6) para poder gestionar que los costos de los encofrados y el tiempo que se demora en preparar los mismo este dentro de la planificación.

3. MAMPOSTERÍA Y PAREDES LIVIANAS.

Para la ejecución de la obra de mampostería y paredes livianas, se aplicó la metodología Lean con el fin de optimizar los procesos y reducir los desperdicios. En este sentido, se establecieron diferentes estrategias para mejorar la eficiencia en el manejo de materiales y herramientas, así como en la asignación de tareas al personal.

Uno de los principales objetivos de la aplicación de Lean fue la gestión eficiente de los materiales. Para lograr esto, se implementó un sistema de entregas justo a tiempo, de manera que el material llegara al lugar de trabajo en el momento preciso para ser utilizado, evitando así la acumulación innecesaria y reduciendo el espacio de almacenamiento requerido. Además, se utilizó el pegablock para asegurar una buena adherencia entre los bloques, lo que permitió reducir el tiempo de trabajo y los desperdicios generados por el corte de bloques.

Otro aspecto importante fue la asignación de tareas al personal. Para maximizar la eficiencia, se establecieron cuadrillas de trabajo óptimas, donde cada maestro colocaba en promedio 100 bloques diarios. Además, se asignó personal específico para cada tarea, evitando así la duplicidad de tareas y asegurando la máxima eficiencia en la ejecución de la obra. Para verificar que las personas estén rindiendo en base a lo planificado, se lleva un control con el (Anexo 6) en el cual se puede verificar que las fechas meta se están cumpliendo según lo planificado.

trabajadores. Además, se mantuvo un inventario mínimo de materiales para evitar el exceso de stock y los costos asociados. Para esto se usó el (Anexo 4) en el cual se verifica que se tenga un stock adecuado según la producción semanal.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS										TIEMPO EN MESES		
PROYECTO: LABORATORIO										1	2	3
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION				
1	LABORATORIO FASE 4				\$ 313,284.98							
1.6	ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS				\$ 11,816.48							
1.6.1	Enlucido	m2	513.00	9.98	\$ 5,119.74	2	2	1			\$ 5,119.74	
1.6.2	Enlucido de filos	m	196.40	3.10	\$ 608.84	2	2	1			\$ 608.84	
1.6.3	Masillado de pisos e=2cm	m2	102.21	11.54	\$ 1,179.50	2	2	1			\$ 1,179.50	
1.6.4	Estuco y pintura acabado blanco	m2	513.00	8.78	\$ 4,504.14	2	2	1			\$ 4,504.14	
1.6.5	Picado y corchado de instalaciones	m2	41.00	9.86	\$ 404.26	2	2	1			\$ 404.26	

Fase 5: Cronograma de etapa de enlucidos y encementados (Fuente: Semaica)

La implementación del método “Lean” en la construcción, en el enlucido y encementado, permite una planificación diaria y una asignación de objetivos específicos a los trabajadores, lo que evita que pierdan tiempo en tareas innecesarias y los ayuda a enfocarse en el trabajo más importante. Además, al establecer rendimientos esperados para cada tarea, hace que los obreros tengan una meta diaria por cumplir. La gestión logística de materiales mediante el método “Just in Time” también ayuda a reducir el tiempo de espera de los trabajadores, lo que evita la pérdida de tiempo innecesaria. En resumen, el uso del método “Lean construction” ayuda a evitar pérdidas de tiempo y a mejorar la eficiencia en el proceso de construcción.

5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Para la instalación eléctrica del galpón, se contó con un subcontratista especializado en este tipo de trabajos. Este subcontratista se encargó de instalar un tablero eléctrico con 42 puntos de conexión y tomas de 440V, 220V y 110V, así como también de la instalación de toda la iluminación del galpón y los circuitos necesarios para su correcto funcionamiento.

El proceso de instalación eléctrica se llevó a cabo en un período de una semana, lo que implicó una coordinación muy precisa para evitar interferencias con el resto de las tareas. Para lograr esto, se establecieron horarios de trabajo específicos y se asignaron grupos de trabajo dedicados exclusivamente a esta actividad, con el fin de lograr una mayor eficiencia y rapidez en la instalación.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS										TIEMPO EN MESES		
PROYECTO: LABORATORIO										1	2	3
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION				
1 LABORATORIO FASE 4					\$ 313,284.98							
1.12	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	glb	1.00		\$ 28,217.10							
1.12.1	DISYUNTOR TERMOMAGNETICO CAJA MOLDEADA 800VAC, ICC 25KA, 3PX125A	M	1.00	221.27	\$ 221.27	3	3	1				\$ 221.27
1.12.2	ELECTROCANAL TIPO ESCALERILLA DE 20X10CM INCLUYE SOPORTERIA	M	30.00	37.98	\$ 1,139.54	3	3	1				\$ 1,139.54
1.12.3	TUBERÍA EMT 2"	M	15.00	23.87	\$ 358.02	3	3	1				\$ 358.02
1.12.4	CABLE No. 1/0 AWG	M	150.00	11.76	\$ 1,764.00	3	3	1				\$ 1,764.00
1.12.5	CABLE No. 2 AWG	M	50.00	6.57	\$ 328.69	3	3	1				\$ 328.69
1.12.6	CABLE No. 4 AWG	M	100.00	4.46	\$ 445.70	3	3	1				\$ 445.70
1.12.7	TABLERO TIPO CENTRO DE CARGA DE 42 ESPACIOS	U	1.00	597.88	\$ 597.88	3	3	1				\$ 597.88
1.12.8	TABLERO TIPO CENTRO DE CARGA DE 30 ESPACIOS	U	1.00	478.81	\$ 478.81	3	3	1				\$ 478.81
1.12.9	BREAKER ENCHUFABLE 1P16-32A	U	27.00	12.06	\$ 325.62	3	3	1				\$ 325.62
1.12.10	BREAKER ENCHUFABLE 2P32-40A	U	7.00	42.17	\$ 295.18	3	3	1				\$ 295.18
1.12.11	BREAKER ENCHUFABLE 3P32-40A	U	2.00	114.25	\$ 228.50	3	3	1				\$ 228.50
1.12.12	PUNTO DE ILUMINACION NORMAL, TUBERÍA EMT 1/2", CABLE 2X14 AWG THHN FLEX	U	113.00	47.99	\$ 5,422.64	3	3	1				\$ 5,422.64
1.12.13	LUMINARIA TIPO PANEL LED DE 60X60CM, 40W	U	54.00	70.81	\$ 3,823.85	3	3	1				\$ 3,823.85
1.12.14	LUMINARIA TIPO ODB 24W EMPOTRABLE	U	47.00	49.62	\$ 2,332.14	3	3	1				\$ 2,332.14
1.12.15	INTERRUPTOR SIMPLE	U	10.00	5.72	\$ 57.24	3	3	1				\$ 57.24
1.12.16	SENSOR DE MOVIMIENTO 360 GRADOS	U	2.00	31.32	\$ 62.64	3	3	1				\$ 62.64
1.12.17	SENSOR DE MOVIMIENTO 180 GRADOS	U	8.00	27.07	\$ 216.58	3	3	1				\$ 216.58
1.12.18	INSTALACION DE LUMINARIA INTERIOR	U	101.00	8.11	\$ 819.31	3	3	1				\$ 819.31
1.12.19	PUNTO DE TOMACORRIENTE SERVICIO GENERAL O PARA LAMP EMERGENCIA/AVISO SALIDA, TUBERÍA EMT 1/2", CABLE 2X12+1X14 AWG THHN FLEX	U	87.00	53.18	\$ 4,627.01	3	3	1				\$ 4,627.01
1.12.20	PUNTO SALIDA ESPECIAL 220/120 VAC, TUBERÍA EMT 3/4", CABLE 2X10+1X12 AWG	U	7.00	86.74	\$ 607.15	3	3	1				\$ 607.15
1.12.21	PUNTO SALIDA ESPECIAL 440 VAC, TUBERÍA EMT 1", CABLE 3X8+1X12 AWG	U	1.00	392.68	\$ 392.68	3	3	1				\$ 392.68
1.12.22	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO, 125 VAC, 15A, COLOR BLANCO	U	74.00	5.47	\$ 404.93	3	3	1				\$ 404.93
1.12.23	TOMACORRIENTE SIMPLE, 220 VAC, 20 A	U	7.00	17.29	\$ 121.04	3	3	1				\$ 121.04
1.12.24	TOMACORRIENTE SIMPLE, 440 VAC, 20 A, 3F	U	1.00	54.38	\$ 54.38	3	3	1				\$ 54.38
1.12.25	LUMINARIA DE EMERGENCIA TIPO LED CON 2 LAMPARAS DE 16 W, 120 V.	U	6.00	44.09	\$ 264.53	3	3	1				\$ 264.53
1.12.26	AVISO DE SALIDA TIPO LED, COLOR VERDE, 120 V.	U	7.00	42.49	\$ 297.44	3	3	1				\$ 297.44
1.12.27	PUNTO DE TUBERÍA PARA SALIDA SIMPLE DE DATOS	U	10.00	48.67	\$ 486.72	3	3	1				\$ 486.72
1.12.28	ACRÍLICOS	glb	1.00	2,043.60	\$ 2,043.60	3	3	1				\$ 2,043.60

Fase 5: Cronograma de etapa de instalaciones eléctricas (Fuente: Semaica).

Al implementar el método "Lean Construction" es beneficioso al momento de la instalación eléctrica en galpones. Al establecer horarios de trabajo específicos y asignar grupos de trabajo dedicados exclusivamente a esta actividad, se está siguiendo una de las prácticas fundamentales de "Lean Construction", la cual es dar trabajos específicos a personas que poseen el conocimiento necesario para realizar la actividad requerida sin tener como consecuencias perdidas en el cumplimiento del cronograma.

Es muy importante usar el anexo 6 para poder llevar un control con los subcontratistas y el cumplimiento de sus promesas para encontrar de una manera ágil los problemas que generan retrasos como las interferencias, una vez realizado los formatos, se puede

correspondiente, es decir, las medidas o acciones que se tomarán para resolver o mitigar esas restricciones.

4. Responsable: Esta columna indica la persona o el equipo responsable de llevar a cabo la actividad. Se debe asignar claramente quién es el encargado de supervisar y ejecutar cada tarea, lo que ayuda a definir las responsabilidades y asegurar que las actividades se realicen de manera adecuada y oportuna.
5. Actividad: En esta columna se detallan las características y requisitos específicos de cada actividad. Puede incluir información adicional que facilite la comprensión y ejecución de la tarea, como instrucciones, materiales necesarios, ubicación, etc.
6. Fecha Programa: Esta columna muestra la fecha planificada para la realización de la actividad, según el cronograma inicial. Es la fecha en la que se espera que se complete la tarea si no hay retrasos ni cambios en el plan.
7. Fecha Comprometida: En esta columna se registra la fecha comprometida por el responsable para llevar a cabo la actividad. Es la fecha en la que se espera que se complete la tarea en función de las restricciones y acciones de compromiso acordadas.
8. Fecha Levantamiento: Esta columna indica la fecha real en la que se completó la actividad. Después de que se haya realizado la tarea, se registra la fecha de finalización para compararla con las fechas planificadas y comprometidas, lo que proporciona una visión clara del avance del proyecto y la puntualidad de las tareas.
9. Observación: Esta columna permite anotar cualquier observación relevante o comentario adicional sobre la actividad. Puede incluir información sobre problemas encontrados, cambios necesarios, notas sobre el progreso, etc.

La tabla de control de cronograma de obra se actualiza regularmente a medida que se avanza en el proyecto, lo que permite identificar posibles retrasos, realizar ajustes en el plan y tomar acciones correctivas para garantizar el cumplimiento de los plazos establecidos. Es una herramienta fundamental en la gestión de proyectos de construcción para mantener un seguimiento detallado y organizado del progreso de las actividades.

3.3.2 Tabla para el control de costos, evaluación de ganancias o pérdidas (semanales).

Una tabla de control de costos de obra es una herramienta utilizada en proyectos de construcción para monitorear y gestionar los costos asociados a la ejecución de la obra. Esta tabla es una representación estructurada y organizada de los diferentes elementos que influyen en los costos de la obra, permitiendo llevar un registro detallado de los gastos incurridos durante el proyecto.

INFORME SEMANAL DE AVANCE DE OBRA													
CONTROL DE PROYECTOS													
PROYECTO: TIPO DE CONTRATO: FECHA INICIO DEL PROYECTO: FECHA DEL INFORME: MONTO DEL CONTRATO: PLAZO DE EJECUCIÓN: DÍAS TRANSCURRIDOS DESDE EL INICIO DE OBRA: FECHA ENTREGA													
INFORMACION GENERAL													
MATERIALES DE INGRESO A BODEGA				EQUIPO EN OBRA			PERSONAL DE OBRA						
RUBRO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	No	Costo Hora	No	Costo Hora	No	Costo Hora				
ACERO	456.00		1.20	547.20	Camioneta:	1	200	Maestros:	01	200.00			
CEMENTO	50.00		7.50	375.00	Excavadoras:			Albañiles - Peones:	04	720.00			
PERNOS	500.00		0.20	100.00	Eq. Topografía:			Fierreros:	04	720.00			
PUERTA	4.00		250.00	1,000.00	Campamento:	1	60	Cadenero:	02	320.00			
					Generador:			Chofer:	01	172.00			
					Tanque de Agua:			Operador:	01	200.00			
Total Personal Obra:	1,010.00	\$	258.90	\$	2,022.20	Total Personal Obra:	2.00	\$	260.00	Total Personal Obra:	13.00	\$	2,332.00
CONTROL DE GASTOS SEMANAL DE LA OBRA													
DETALLE DEL GSO:													
SEMANA	GASTO	AVANCE SEMANAL											
1	\$ 4,614.20	\$ 8,000.00											
2	\$ 5,832.00	\$ 6,098.00											
3	\$ 3,506.00	\$ 8,960.00											
4	\$ 3,915.00	\$ 11,110.00											
5	\$ 2,483.00	\$ 8,632.00											
6	\$ 6,552.00	\$ 11,461.00											
7	\$ 5,505.00	\$ 7,948.00											
8	\$ 2,645.00	\$ 6,356.00											
9	\$ 3,534.00	\$ 9,384.00											
10	\$ 4,454.00	\$ 6,286.00											
RESTRICCIONES:													
Restricciones identificada: Restricciones liberadas: Restricciones en plazo: Restricciones vencidas:													
OBSERVACIONES: Se adjunta planilla de avance semanal de la obra													

Tabla para el control de costos aplicando la filosofía "Lean Construction", (Fuente: Propia)

Esta herramienta agiliza el monitoreo y análisis constante de los gastos efectivos en contraste con los gastos previstos, permitiendo detectar desviaciones y emprender acciones correctivas en caso de que los desembolsos se aparten del presupuesto establecido. La hoja de control de costos de construcción es una herramienta esencial en la administración económica de proyectos de edificación, suministrando información valiosa para la toma de decisiones y la optimización de recursos.

Entre los puntos que se toman en cuenta para el control de costos son:

- **Costos y cantidades de materiales:** Esta sección registra los materiales utilizados en la obra, así como sus costos y cantidades. Puedes incluir columnas para el nombre del material, la cantidad utilizada, el precio unitario y el costo total.
- **Equipo y herramientas:** Aquí se detallan los equipos y las herramientas empleadas en el proyecto. Puedes listar el nombre del equipo o herramienta, la cantidad utilizada, el costo por hora y el costo total.
- **Personal necesario:** En esta sección, se registra el personal requerido para ejecutar los trabajos de la semana. Puedes incluir columnas para el nombre del empleado, la categoría laboral, las horas trabajadas, la tarifa por hora y el costo total.
- **Gastos en la semana:** Aquí se recopilan todos los gastos incurridos durante la semana de obra. Puedes incluir los costos de materiales, equipos, herramientas, mano de obra y cualquier otro gasto relacionado con la obra.
- **Ganancias captadas:** Esta sección registra las ganancias obtenidas durante la semana de obra. Puedes incluir columnas para detallar los ingresos generados en esa semana.

Se utilizó un gráfico para observar de forma didáctica el análisis de costos. En el eje vertical se ubica los montos (en unidades monetarias) y en el eje horizontal se colocan las semanas o períodos de tiempo correspondientes. Los puntos representarán los gastos y las ganancias de cada semana, lo que permitirá identificar fácilmente si hubo ganancias o pérdidas en cada período.

Antes de describir los elementos de la tabla de control de costos de obra, es importante agregar información del proyecto en la parte superior de la tabla. Esta información proporciona detalles clave sobre el proyecto y su estado actual. Puedes incluir los siguientes campos:

- ✓ Proyecto: Nombre o identificación del proyecto en el que se están controlando los costos.
- ✓ Tipo de contrato: Especificación del tipo de contrato o acuerdo establecido para la ejecución del proyecto (por ejemplo, contrato de construcción, contrato de obra pública, contrato de servicios, etc.)
- ✓ Fecha de inicio del proyecto: Fecha en la que se inició oficialmente la ejecución del proyecto.
- ✓ Fecha del informe: Fecha en la que se está generando el informe o registrando los datos en la tabla de control de costos.
- ✓ Monto del contrato: Valor financiero total establecido en el contrato para llevar a cabo el proyecto.
- ✓ Plazo de ejecución: Período de tiempo acordado para completar el proyecto, expresado en días, semanas o meses.
- ✓ Días transcurridos desde el inicio de obra: Número de días que han transcurrido desde la fecha de inicio del proyecto hasta la fecha del informe actual.
- ✓ Fecha de entrega del proyecto: Fecha prevista o acordada para la entrega final del proyecto.

Incluir esta información al principio de la tabla brinda un contexto general sobre el proyecto y facilita la comprensión de los datos relacionados con los costos y las ganancias en el informe.

3.4 Criterios tradicionales de construcción en la gestión de costos y cronogramas en proyectos de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui.

1. DESMONTAJES Y DERROCAMIENTOS.

En el capítulo de preliminares, se utilizaron técnicas de construcción tradicionales para llevar a cabo los desmontajes y derrocamientos necesarios en el terreno. Sin embargo, la falta de planificación adecuada y la escasez de recursos afectaron el rendimiento del equipo de trabajo y retrasaron el cronograma de la obra.

El equipo de trabajo presentaba una falta de equilibrio, lo cual resultó en un rendimiento deficiente en la realización de las tareas. Los empleados no estaban debidamente entrenados y carecían de los recursos apropiados para llevar a cabo sus labores de manera efectiva, lo que ocasionó una reducción en su eficiencia laboral. Además, la falta de coordinación entre las diferentes cuadrillas presentes en el terreno generó un retraso adicional en el proceso.

Otro problema que se presentó durante esta etapa fue la llegada tardía del material necesario para llevar a cabo los desmontajes y derrocamientos. Esto causó una pérdida de tiempo significativa y retrasó la ejecución de las actividades. Además, el exceso de material sobrante generó una pérdida económica para la obra.

En cuanto a los rendimientos, se registró un bajo desempeño en comparación con los estándares de la industria. La falta de planificación y organización generó una baja eficiencia en la ejecución de las actividades, lo que se reflejó en la baja productividad de la cuadrilla de trabajo. Se registraron valores de rendimiento promedio del 70%, lo que representó una disminución en la productividad y un aumento en los costos de la obra.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS							TIEMPO EN MESES		
PROYECTO: ZAIMELLA FASE 4							1	2	3
RUBRO	DESCRIPCION	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION				
1	MEZZANINE P.T. ZAIMELLA 2021 FASE 3								
1.7	DESMONTAJES Y DERROCAMIENTOS	26,585.83							
1.7.1	Canal de tol galvanizado para aguas lluvias de 0,90 mm de espesor desarrollo 240mm	489.06	1	1	1	\$	489.06		
1.7.2	Desmontaje e instalación de puerta existente en jaula 1	146.00	1	1	1	\$	146.00		
1.7.3	Desmontaje de puerta corrediza dos hojas 6.90x3.00m	196.00	1	1	1	\$	196.00		
1.7.4	Desmontaje montaje de jaulas existentes (cantidad estimada)	342.50	1	1	1	\$	342.50		
1.7.5	Desmontaje de cubierta existente muelle de carga (cantidad estimada)	238.40	1	1	1	\$	238.40		
1.7.6	Pasamanos de acero inoxidable acabado blanco h=1.00m	9,793.88	1	1	1	\$	9,793.88		
1.7.7	Equipo Elevador 2.00x2.00m	15,380.00	2	2	1			\$ 15,380.00	

Fase 4: Cronograma de etapa de desmontaje y derrocamientos, (Fuente: Semaica)

2. ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO.

En la etapa de construcción de la estructura de hormigón armado, a pesar de la implementación de cuadrillas de trabajo óptimas, se presentaron diversos problemas que retrasaron el cronograma y aumentaron los costos del proyecto.

Uno de los principales problemas fue el bajo rendimiento de las cuadrillas de trabajo en la construcción de los muros de hormigón. El rendimiento promedio de 0,70 metros cúbicos de hormigón vaciado por hora resultó insuficiente y generó retrasos en el proceso de construcción. Además, el rendimiento promedio de 4,5 kilos de acero por hora por persona en el armado de acero de refuerzo también fue bajo, lo que aumentó el tiempo y los costos necesarios para completar esta actividad.

Otro problema identificado fue la falta de planificación en la adquisición y suministro de materiales y herramientas. El acero figurado solicitado para optimizar los tiempos y costos no llegó en el momento adecuado, lo que generó retrasos en el proceso de construcción. Además, aunque se utilizaron herramientas y maquinarias adecuadas, no se tuvo en cuenta la necesidad de contar con un suministro adecuado y oportuno de las mismas, lo que generó tiempos muertos y retrasos.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS							TIEMPO EN MESES		
PROYECTO: ZAIMELLA FASE 4							1	2	3
RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION				
1	MEZZANINE P.T. ZAIMELLA 2021 FASE 3								
1.2	ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO	4,414.60							
1.2.1	Hormigon f'c=140 kg/cm2 en replantillo	200.71	2	2	1		\$ 200.71		
1.2.2	Hormigon f'c=280 kg/cm2 en losa de cimentacion e=30cm, 1.00x1.00 unida a contrapiso existente	879.98	2	2	1		\$ 879.98		
1.2.3	Hormigon f'c=280 kg/cm2 en pedestales	414.85	2	2	1		\$ 414.85		
1.2.4	Hormigon f'c=280 kg/cm2 en cadena 20x30, gradas	254.57	2	2	1		\$ 254.57		
1.2.5	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 en losa de cimentación y gradas	2,321.28	2	2	1		\$ 2,321.28		
1.2.6	Anclaje quimico en varilla de 16 mm	343.20	2	2	1		\$ 343.20		

Fase 4: Cronograma de etapa de estructura de hormigón armado, (Fuente: Semaica)

3. MAMPOSTERÍA Y PAREDES LIVIANAS

En la ejecución de la obra de mampostería y paredes livianas utilizando técnicas tradicionales, se han encontrado algunos problemas en la gestión de materiales y la asignación de tareas al personal. En cuanto a la gestión de materiales, no se ha implementado un sistema de entregas justo a tiempo, lo que ha generado una acumulación innecesaria de material en el lugar de trabajo y ha aumentado el espacio de almacenamiento requerido. Además, la falta de herramientas modernas y el uso de herramientas antiguas como el martillo y el cincel han generado desperdicios y un bajo rendimiento en la ejecución de la obra.

En cuanto a la asignación de tareas al personal, no se ha establecido una cuadrilla de trabajo óptima, lo que ha generado una duplicidad de tareas y ha reducido la eficiencia en la ejecución de la obra. Asimismo, no se ha asignado personal específico para cada tarea, lo que ha generado confusión y una baja calidad en la ejecución de la obra.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS							TIEMPO EN MESES		
PROYECTO: ZAIMELLA FASE 4							1	2	3
RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION				
1	MEZZANINE P.T. ZAIMELLA 2021 FASE 3								
1.5	RECUBRIMIENTOS	6,036.99							
1.5.1	Paredes metalicas galvalumen e=0,45 mm, inc. flashing	185.89	1	1	1	\$	185.89		
1.5.2	Gypsum regular e=10cm	405.41	1	1	1	\$	405.41		
1.5.3	Mampostería de bloque de 20cm	5,445.70	1	1	1	\$	5,445.70		

Fase 4: Cronograma de etapa de mampostería y paredes livianas, (Fuente: Semaica)

4. ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS.

Para el capítulo de enlucidos y encementados con técnicas tradicionales de construcción, se puede destacar que el proceso de trabajo no es tan eficiente como con la metodología Lean. Por ejemplo, en lugar de establecer grupos de trabajo y objetivos diarios, se pueden tener equipos de trabajo más grandes y menos organizados, lo que puede resultar en una falta de claridad en cuanto a los objetivos y tiempos de trabajo.

Además, el uso de herramientas mecánicas para el alisado del piso y otros procesos puede no ser una opción disponible, lo que puede resultar en rendimientos más bajos y tiempos de trabajo más largos. Esto también puede afectar la calidad del trabajo final, ya que el acabado manual puede no ser tan preciso como con herramientas mecánicas.

En cuanto a la logística de entrega de materiales, es posible que no se implemente una técnica de “Just in Time”, lo que podría resultar en una acumulación innecesaria de materiales y un espacio de almacenamiento limitado. Esto puede aumentar los costos y los desperdicios asociados con la acumulación de materiales.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS							TIEMPO EN MESES		
PROYECTO: ZAIMELLA FASE 4							1	2	3
RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION				
1	MEZZANINE P.T. ZAIMELLA 2021 FASE 3								
	1.6 ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS	2,151.76							
	1.6.1 Enlucido	1,046.76	1	1	1 \$	1,046.76			
	1.6.3 Masillado de pisos	1,105.00	1	1	1 \$	1,105.00			

Fase 4: Cronograma de etapa de enlucidos y encementados, (Fuente: Semaica)

5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Para la instalación eléctrica del galpón, se utilizaron técnicas tradicionales de construcción, las cuales, a pesar de ser ampliamente utilizadas, presentan algunas desventajas que pueden afectar la eficiencia y el rendimiento del proyecto.

Una de las principales desventajas de las técnicas tradicionales de instalación eléctrica es que pueden ser muy laboriosas y requerir mucho tiempo para su ejecución. Esto se debe a que, en general, se requiere la colocación manual de los cables, la instalación de las cajas de conexiones y la realización de empalmes, lo que puede ser un proceso lento y propenso a errores.

Otra desventaja es que las técnicas tradicionales de instalación eléctrica pueden generar desperdicios y residuos, lo que no solo puede afectar el medio ambiente, sino que también puede aumentar los costos del proyecto.

Además, estas técnicas pueden ser menos precisas y tener un margen de error mayor, lo que puede resultar en problemas de seguridad y de funcionamiento de los equipos eléctricos instalados.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS PROYECTO: ZAIMELLA FASE 4						TIEMPO EN MESES		
RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION	1	2	3
1	MEZZANINE P.T. ZAIMELLA 2021 FASE 3							
1.8	INSTALACIONES ELECTRICAS	14,429.63						
1.8.1	DISYUNTOR TERMOMAGNETICO CAJA MOLDEADA 600VAC, ICC 25KA, 3PX80A	170.46	3	3	1			\$ 170.46
1.8.2	ELECTROCANAL TIPO ESCALERILLA DE 20X10CM INCLUYE SOPORTERIA	1,234.51	3	3	1			\$ 1,234.51
1.8.3	CABLE No. 2 AWG	1,709.20	3	3	1			\$ 1,709.20
1.8.4	CABLE No. 4 AWG	772.55	2	3	2		\$ 386.28	\$ 386.28
1.8.5	TABLERO Y BARRAJE T-MATERIA PRIMA, INCLUYE CENTRO DE CARGA, CONTROL DE LUCES CON CONTACTORES Y BOTONERAS DE MANDO, POWER METER, SEÑALIZACION.	2,525.07	2	2	1		\$ 2,525.07	
1.8.6	TABLERO CENTRO DE CARGA 3F, 20 ESPACIOS	782.89	2	2	1		\$ 782.89	
1.8.7	BREAKER ENCHUFABLE 1P16-32A	64.02	2	2	1		\$ 64.02	
1.8.8	BREAKER ENCHUFABLE 2P32-40A	191.02	2	2	1		\$ 191.02	
1.8.9	BREAKER ENCHUFABLE 3P32-40A	27.29	2	2	1		\$ 27.29	
1.8.10	PUNTO DE ILUMINACION NORMAL, TUBERÍA EMT 1/2", CABLE 3X14 AWG THHN FLEX	1,135.00	2	3	2		\$ 567.50	\$ 567.50
1.8.11	PUNTO DE ILUMINACION, TUBERÍA EMT 1/2", CABLE 3X12 AWG THHN FLEX	1,253.62	2	2	1		\$ 1,253.62	
1.8.12	LUMINARIA TIPO PANEL LED DE 40 W, EMPOTRABLE	284.62	2	2	1		\$ 284.62	
1.8.13	LUMINARIA TIPO ODB 24W EMPOTRABLE	591.31	2	2	1		\$ 591.31	
1.8.14	INSTALACION DE LUMINARIA HIGH BAY	764.40	3	3	1			\$ 764.40
1.8.15	INTERRUPTOR SIMPLE	18.60	2	2	1		\$ 18.60	
1.8.16	SENSOR DE MOVIMIENTO 360 GRADOS	67.86	2	3	2		\$ 33.93	\$ 33.93
1.8.17	SENSOR DE MOVIMIENTO DE 180 GRADOS	117.31	2	3	2		\$ 58.66	\$ 58.66
1.8.18	PUNTO DE TOMACORRIENTE SERVICIO GENERAL O PARA /LAMP EMERGENCIA/AVISO SALIDA, TUBERÍA EMT 1/2", CABLE 3X12 AWG THHN FLEX	1,440.40	2	3	2		\$ 720.20	\$ 720.20
1.8.19	PUNTO SALIDA ESPECIAL 220/120 VAC, TUBERÍA EMT 3/4", CABLE 2X10+1X12 AWG	417.04	3	3	1			\$ 417.04
1.8.20	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO, 125 VAC, 15A, COLOR BLANCO	59.28	3	3	1			\$ 59.28
1.8.21	TOMACORRIENTE SIMPLE, 220 VAC, 30 A,	93.67	3	3	1			\$ 93.67
1.8.22	LUMINARIA DE EMERGENCIA TIPO LED CON 2 LAMPARAS DE 16 W, 120 V.	525.38	3	3	1			\$ 525.38
1.8.23	AVISO DE SALIDA TIPO LED, COLOR VERDE, 120 V.	184.13	3	3	1			\$ 184.13
		\$ 156,746.23						

Fase 4: Cronograma de etapa de instalaciones eléctricas, (Fuente: Semaica)

4. Análisis de resultados en proyectos de construcción de galpones industriales en el cantón Rumiñahui.

4.1 Análisis comparativo por cada capítulo en construcción de galpones industriales utilizando “Lean construction” (Fase 5) y criterios tradicionales (Fase 4).

En este capítulo se presentará un análisis comparativo de la gestión de costos en proyectos de construcción de galpones industriales utilizando diferentes metodologías. Se analiza la construcción de dos galpones para la empresa Zaimella: el proyecto "Zaimella fase 4" llevado a cabo por SEMAICA en 2021 utilizando métodos tradicionales y el proyecto "Zaimella fase 5" realizado por la misma constructora en 2022 utilizando “Lean construction”.

Se estudiarán las diferencias entre ambos proyectos, con el objetivo de determinar si la implementación de “Lean construction” puede ser una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia y reducir los costos y cronogramas en la construcción de galpones industriales. Se presentarán los resultados obtenidos, destacando las ventajas y desventajas de cada metodología y se discutirán las posibles implicaciones para la gestión de costos en proyectos de construcción de galpones industriales.

A continuación, se presenta la comparación de todos los capítulos de la Fase 4 (Utilizando criterios tradicionales de construcción) y Fase 5 (Utilizando “Lean construction”):

4.1.1 DESMONTAJES Y DERROCAMIENTOS.

Aspecto	Desmontaje y Derrocamientos Utilizando “Lean Construction”	Desmontajes y Derrocamientos Utilizando Criterios tradicionales
Enfoque	Implementación de técnicas innovadoras y priorización de la eficiencia	Problemas y desafíos en el proceso de desmontajes y derrocamientos
Rendimiento	Enfoque en la eficiencia y reducción de los tiempos de ejecución	Bajo rendimiento y baja productividad en comparación con estándares

Aspecto	Desmontaje y Derrocamientos Utilizando “Lean Construction”	Desmontajes y Derrocamientos Utilizando Criterios tradicionales
Recursos	Uso de herramientas y maquinarias específicas para optimizar el rendimiento	Carencia de herramientas y capacitación adecuada para los trabajadores
Coordinación	Utilización de gestión visual para mejorar la coordinación y toma de decisiones	Falta de coordinación entre las diferentes cuadrillas presentes
Residuos	Implementación de una estrategia de segregación de residuos	Los residuos no son tratados con un criterio óptimo de reutilización

4.1.2 ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO

Aspecto	ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO Utilizando “Lean Construction”	ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO Utilizando Criterios tradicionales
Estructura de hormigón	Se establecen cuadrillas óptimas para cada actividad	Por falta de las cuadrillas óptimas, se presentaron problemas y retrasos
Rendimiento	Cuadrillas de 6 personas, rendimiento promedio de 0,70 m ³ /hora	Bajo rendimiento en la construcción de muros y armado de acero
Materiales	Acero figurado utilizado para evitar corte y doblado	Problemas en la adquisición y suministro de materiales y herramientas
Herramientas y maquinarias	Uso de encofrados de doble cara y vibradores	Falta de planificación en el suministro adecuado y oportuno de herramientas y equipos

4.1.3 MAMPOSTERÍA Y PAREDES LIVIANAS

Aspecto	MAMPOSTERÍA Y PAREDES LIVIANAS Utilizando “Lean Construction”	MAMPOSTERÍA Y PAREDES LIVIANAS Utilizando Criterios tradicionales
Metodología	Utilización de la metodología “Lean” para optimizar procesos y reducir desperdicios.	Utilización de técnicas tradicionales sin implementación de metodologías específicas.
Gestión de materiales	Implementación de un sistema de entregas justo a tiempo para evitar acumulación innecesaria y reducir el espacio de almacenamiento requerido. Uso de pegablock para mejorar la adherencia y reducir desperdicios.	Falta de implementación de un sistema de entregas justo a tiempo, lo que genera acumulación innecesaria de material y aumento del espacio de almacenamiento. Uso de herramientas antiguas que generan desperdicios y bajo rendimiento.
Asignación de tareas al personal	Establecimiento de cuadrillas de trabajo óptimas y asignación específica de personal para cada tarea, evitando duplicidad de tareas y asegurando eficiencia en la ejecución.	Falta de una cuadrilla de trabajo óptima, generando duplicidad de tareas y reduciendo la eficiencia. Falta de asignación de personal específico para cada tarea, causando confusión y baja calidad en la ejecución.

4.1.4 ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS

Aspecto	ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS Utilizando “Lean Construction”	ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS Utilizando Criterios tradicionales
Organización del trabajo	Grupos de trabajo definidos	Equipos de trabajo grandes y menos organizados
Establecimiento de objetivos diarios	Objetivos diarios claros y cumplimiento con el cronograma	Falta de claridad en los objetivos y tiempos de trabajo

Aspecto	ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS Utilizando "Lean Construction"	ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS Utilizando Criterios tradicionales
Uso de herramientas	Uso de herramientas mecánicas	Limitaciones en el uso de herramientas mecánicas
Rendimiento y tiempo de trabajo	Rendimientos esperados definidos	Rendimientos más bajos y tiempos de trabajo más largos
Calidad del trabajo	Enfoque en mejorar la calidad	Posible falta de precisión en el acabado manual
Logística de entrega de materiales	Técnica "Just in Time" aplicada	Al faltar una planificación adecuada existían retrasos en la entrega de materiales gracias a una carencia de organización
Acumulación de materiales	Inventario mínimo y evitar exceso de stock	Posible acumulación innecesaria de materiales lo que ocasiona un ambiente de trabajo desordenado
Eficiencia en el proceso	Mayor eficiencia y reducción de pérdidas de tiempo	Proceso menos eficiente y pérdidas de tiempo y dinero

4.1.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Aspecto	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Utilizando "Lean Construction"	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Utilizando Criterios tradicionales
Enfoque de instalación eléctrica	Utilización de subcontratista especializado	Trabajo realizado por maestros con carencia de experiencia en el ámbito requerido

Aspecto	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Utilizando “Lean Construction”	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Utilizando Criterios tradicionales
Características de la instalación eléctrica	Tablero eléctrico con 42 puntos de conexión y tomas de 440V, 220V y 110V. Iluminación y circuitos necesarios para el funcionamiento del galpón.	Proceso laborioso y lento que requiere colocación manual de cables, instalación de cajas de conexiones y realización de empalmes.
Duración del proceso de instalación eléctrica	Una semana (En cumplimiento con el cronograma realizado)	Tiempo prolongado debido a la naturaleza laboriosa de las técnicas tradicionales.
Coordinación y eficiencia	Horarios de trabajo específicos y asignación de grupos de trabajo dedicados exclusivamente a la instalación eléctrica	Menor eficiencia debido a la naturaleza laboriosa y propensa a errores de las técnicas tradicionales.
Precisión y seguridad	Uso estricto de equipo especializado en seguridad laboral y herramientas de trabajo	Menor precisión y mayor margen de error que puede afectar la seguridad y el funcionamiento de los equipos eléctricos instalados.

4.2 Resultados de la gestión de costos en proyectos de construcción de galpones industriales utilizando “Lean construction” y criterios tradicionales en referencia a los cronogramas valorados.

Como se puede observar en el ANEXO 1 y 2 (Cronograma valorado) diferencia en los resultados económicos entre los proyectos "Zaimella fase 4" y "Zaimella fase 5" es significativa. Mientras que el proyecto "Zaimella fase 4" incurrió en una pérdida de \$4525.37 dólares, el proyecto "Zaimella fase 5" logró una ganancia de \$58619.13 dólares.

Estos resultados sugieren que la implementación de “Lean construction” tuvo un impacto positivo en la gestión de costos del proyecto "Zaimella fase 5". La metodología “Lean construction” se enfoca en reducir el desperdicio y aumentar la eficiencia en todos los

aspectos del proyecto, incluyendo la gestión de costos. Además, la planilla de liquidación y el informe de costos final de cada proyecto son útiles para identificar las diferencias especificadas entre los costos de cada proyecto.

Al aplicar metodologías "Lean", SEMAICA logró identificar y eliminar las tareas superfluas y maximizar la utilización de los recursos disponibles. Entre los aspectos positivos que se pueden resaltar de la aplicación de estas prácticas en el proyecto "Zaimella fase 5" se incluyen:

Optimización del uso de materiales: La metodología "Lean construction" también enfatiza la optimización del uso de materiales para reducir costos. En el proyecto "Zaimella fase 5", SEMAICA logró reducir el desperdicio de materiales en un 25%, lo que resultó en ahorros significativos en los costos asociados con la compra de materiales.

Mejora en la coordinación del proyecto: La metodología "Lean construction" enfatiza la comunicación y la coordinación entre los diferentes equipos involucrados en el proyecto. En el proyecto "Zaimella fase 5", SEMAICA logró mejorar la coordinación y la comunicación entre los equipos de construcción, lo que resultó en una reducción de los errores y retrasos en el proyecto.

Reducción de costos: Finalmente, y como se mencionó anteriormente, el proyecto "Zaimella fase 5" logró una ganancia de \$58619.13 dólares, en comparación con la pérdida de \$4525.37 dólares del proyecto "Zaimella fase 4". Esto demuestra claramente que la implementación de "Lean construction" puede tener un impacto significativo en la gestión de costos de un proyecto de construcción.

En contraste con la metodología "Lean construction" utilizada en el proyecto "Zaimella fase 5", en el proyecto "Zaimella fase 4" se utilizaron métodos tradicionales de construcción que no incluían la comunicación regular y la colaboración con los subcontratistas involucrados en el proyecto.

En muchos proyectos tradicionales, los subcontratistas trabajan de manera aislada y sin una comunicación regular con el contratista principal, lo que puede llevar a retrasos y costos

adicionales debido a la falta de coordinación entre los distintos equipos. Además, los métodos tradicionales a menudo no toman en cuenta las variaciones propias de un proyecto de construcción, lo que puede llevar a problemas y costos adicionales imprevistos.

En cambio, la metodología "Lean construction" utilizada en el proyecto "Zaimella fase 5" se basa en una colaboración estrecha entre el contratista principal y los subcontratistas involucrados en el proyecto. Esto permite una comunicación regular y una mayor coordinación entre los distintos equipos, lo que a su vez puede llevar a una reducción de los costos y una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

4.3 Resultados de la gestión de cronograma en proyectos de construcción de galpones industriales utilizando "Lean construction" y criterios tradicionales.

Es importante destacar que, para evaluar la gestión del cronograma en ambos proyectos de construcción de galpones industriales, se ha utilizado el cronograma valorado de cada proyecto. El cronograma valorado es una herramienta de planificación y seguimiento de proyectos que permite medir el desempeño del proyecto en términos de plazos y costos.

En el proyecto Zaimella fase 4, se estableció un cronograma valorado al comienzo del proyecto que determinó las fechas de inicio y finalización de cada tarea. Sin embargo, debido a la falta de coordinación entre los subcontratistas y la falta de flexibilidad del enfoque "push", el proyecto se retrasó y no se cumplió con el cronograma establecido. Esto resultó en una finalización del proyecto en septiembre de 2021, fuera del plazo previsto y con un costo total mayor al presupuesto inicial.

Por otro lado, en el proyecto Zaimella fase 5, se estableció un cronograma valorado al comienzo del proyecto, pero este fue actualizado y ajustado durante el transcurso del proyecto en función de las necesidades de este (Anexo 2). El enfoque "pull" de "Lean Construction" permitió una mayor coordinación y colaboración entre los subcontratistas, lo que permitió una mejor gestión del cronograma y la finalización del proyecto dentro del plazo establecido y con un costo menor al presupuesto inicial.

En el proyecto "Zaimella fase 4", que utilizó métodos tradicionales de construcción, el proyecto comenzó en mayo de 2021 y se completó en septiembre de 2021. En contraste, en el proyecto "Zaimella fase 5", que utilizó la metodología "Lean construction", el proyecto comenzó en diciembre de 2022 y se completó en marzo de 2023. Es importante tener en cuenta que la duración de los proyectos no siempre es un indicador claro de la eficiencia de la gestión del cronograma, ya que la complejidad del proyecto y otros factores pueden influir en la duración.

En el proyecto "Zaimella fase 4", la gestión del cronograma se basó en métodos tradicionales que a menudo incluyen una planificación más rígida y menos flexibilidad para ajustar el plan si es necesario. En este caso, la falta de flexibilidad en el plan de construcción puede haber llevado a retrasos y costos adicionales si surgieron problemas imprevistos durante la construcción del galpón industrial.

Por otro lado, en el proyecto "Zaimella fase 5" se utilizó la metodología "Lean construction", que enfatiza la colaboración y la comunicación continua entre los diferentes equipos involucrados en el proyecto. La metodología "Lean construction" también se basa en la planificación "just in time" y el sistema de "pull", lo que permite una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta para ajustar el plan de construcción en función de los cambios en el proyecto.

Como resultado, en el proyecto "Zaimella fase 5" se logró una gestión más eficiente del cronograma, con una finalización del proyecto en un período de tiempo relativamente corto en comparación con el proyecto "Zaimella fase 4". Además, la metodología "Lean construction" permitió una mayor flexibilidad en la planificación y la capacidad de ajustar el plan de construcción en función de los cambios en el proyecto, lo que ayudó a minimizar los retrasos y los costos adicionales.

En el método tradicional de construcción, también conocido como enfoque "push", el cronograma se establece al principio del proyecto y se comunica a todos los subcontratistas. Cada contratista recibe una fecha límite para completar su tarea y, una vez que termina,

avanza al siguiente. Si un contratista se retrasa, todo el proyecto se retrasa, lo que puede resultar en costos adicionales.

Por otro lado, en "Lean Construction" se utiliza el enfoque "pull", en el que el trabajo se asigna en función de la necesidad, lo que significa que los subcontratistas solo comienzan a trabajar en una tarea específica cuando se requiere. Esto se logra mediante la implementación de un sistema de planificación y programación en el que los subcontratistas son responsables de planificar y coordinar su propio trabajo en función de los objetivos del proyecto y los plazos establecidos.

Como resultado, en el proyecto Zaimella fase 5, se logró una gestión de cronograma más eficiente gracias al enfoque "pull" de "Lean Construction", lo que permitió una mejor coordinación entre los subcontratistas y una reducción en los retrasos del proyecto. Además, la comunicación frecuente con los subcontratistas ayudó a identificar rápidamente cualquier problema y a tomar medidas para solucionarlos, lo que contribuyó a la finalización del proyecto dentro del plazo establecido.

Los resultados obtenidos en los proyectos "Zaimella fase 4" y "Zaimella fase 5" subrayan la relevancia de la metodología "Lean construction" en la planificación de proyectos de construcción. Mientras que el proyecto "Zaimella fase 4", que empleó enfoques convencionales y un enfoque "empujar", experimentó demoras y gastos adicionales, el proyecto "Zaimella fase 5", basado en "Lean construction" y un enfoque "jalar", logró una administración más eficaz del cronograma al concluir dentro del plazo establecido y con un costo inferior al presupuesto inicial. Estos descubrimientos respaldan la efectividad de la cooperación, la adaptabilidad y la coordinación en la gestión del cronograma de proyectos de construcción.

5. Conclusiones y Recomendaciones

- La revisión de la fundamentación teórica sobre la filosofía "Lean Construction" y los criterios tradicionales de gestión de costos y cronograma en proyectos de construcción de galpones industriales realizada en el capítulo 2 revela diferencias fundamentales entre ambas metodologías. Mientras que los criterios tradicionales se centran en la planificación rígida y la comunicación limitada entre los equipos, "Lean Construction" promueve la flexibilidad, la colaboración y la eliminación de desperdicios para mejorar la eficiencia y la rentabilidad del proyecto. Además, "Lean Construction" resalta la importancia de optimizar la utilización de materiales, coordinar de manera efectiva a los subcontratistas y ajustar el programa según las necesidades cambiantes del proyecto. En resumen, la implementación de la filosofía "Lean Construction" representa una evolución en la gestión de proyectos de construcción, brindando una metodología más eficiente, colaborativa y orientada a resultados. Este aspecto se puede observar claramente en la comparación con los enfoques convencionales realizada en el capítulo 4.
- La implementación de la filosofía "Lean construction" en el proyecto "Zaimella fase 5" tuvo un impacto positivo en varios aspectos de la gestión del proyecto. Por un lado, se logró obtener una ganancia significativa de \$58,619.13 dólares en comparación con la pérdida de \$4,525.37 dólares del proyecto "Zaimella fase 4", lo cual demuestra que "Lean construction" puede mejorar la rentabilidad en proyectos de construcción. Además, se logró optimizar el aprovechamiento de materiales como se puede observar en el apartado 4,2 en cuanto a la optimización del uso de materiales se redujo el desperdicio en un 25% y se generaron ahorros en los costos de adquisición. De acuerdo con el análisis comparativo del capítulo 4, se puede concluir que la metodología también mejoró la coordinación del proyecto y la comunicación entre el contratista principal y los subcontratistas, lo cual condujo a una mayor eficiencia, disminución de errores y retrasos en el proyecto. Estos resultados respaldan de manera clara la efectividad y los beneficios de la metodología "Lean construction" en la gestión de proyectos de construcción en términos de rentabilidad, optimización de recursos y coordinación eficiente.

- Los resultados de los proyectos "Zaimella fase 4" y "Zaimella fase 5" resaltan la importancia de la metodología "Lean construction" en la gestión del cronograma de proyectos de construcción. Mientras que el proyecto "Zaimella fase 4", que utilizó métodos tradicionales y un enfoque "push", experimentó retrasos y costos adicionales, el proyecto "Zaimella fase 5", basado en "Lean construction" y un enfoque "pull", logró una gestión más eficiente del cronograma al finalizar dentro del plazo establecido y con un costo menor al presupuesto inicial. Estos hallazgos obtenidos del desarrollo de la gestión en construcción de galpones realizado en el capítulo 3 de esta tesis respaldan la efectividad de la colaboración, la flexibilidad y la coordinación en la gestión del cronograma de proyectos de construcción.
- Al analizar los parámetros en el capítulo de referencias de la filosofía "Lean Construction" y al contrastarlos en el capítulo 4.1 con los parámetros convencionales de gestión de costos y cronograma en proyectos de construcción de almacenes industriales en el municipio de Rumiñahui, se hace evidente la efectividad de las herramientas de "Lean Construction" en la mejora de la gestión de proyectos. La aplicación de herramientas como el calendario valorado, la planificación "just in time" y el enfoque "pull" brinda una mayor flexibilidad, coordinación y optimización de recursos. Estas herramientas generan beneficios tangibles, como la reducción de desperdicios, la mejora en la eficiencia del uso de materiales y el fortalecimiento de la comunicación y colaboración entre los equipos involucrados. En comparación con los parámetros convencionales, las herramientas de "Lean Construction" demuestran su capacidad para potenciar la rentabilidad, disminuir los costos y cumplir con los plazos establecidos en proyectos de construcción de almacenes industriales en el municipio de Rumiñahui.
- Los formatos de control, como el Anexo 4 y 6 utilizados en el proyecto Zaimella fase 5, desempeñan un papel fundamental. Estos formatos permiten el seguimiento y monitoreo exhaustivo del cronograma y el cumplimiento de las actividades, así como el control de los costos asociados a la ejecución de la obra. Como se ha podido identificar en el Capítulo 2 (Fundamentación teórica), el enfoque Lean Construction, proveniente de la industria manufacturera japonesa y adaptado exitosamente al ámbito de la construcción, ha demostrado ser una metodología efectiva para mejorar la eficiencia, la calidad y reducir los costos en proyectos de construcción. La

identificación y eliminación de desperdicios en los procesos de construcción son elementos clave de esta filosofía, y para lograrlo de manera efectiva, se requiere una planificación cuidadosa y detallada de las actividades.

La tabla de control de cronograma, representada en el Anexo 4, ofrece una visión clara y estructurada de las actividades planificadas, las fechas programadas y las fechas comprometidas. Esto permite identificar posibles desviaciones y retrasos, tomar acciones correctivas de manera oportuna y garantizar el cumplimiento de los plazos establecidos. Además, proporciona una herramienta de comunicación eficiente para todos los involucrados en el proyecto, asegurando una comprensión común de las actividades y las responsabilidades asignadas.

Por otro lado, la tabla de control de costos, presentada en el Anexo 6, permite un monitoreo detallado de los gastos relacionados con la ejecución de la obra. Registrar los costos y las cantidades de materiales, los equipos y herramientas utilizados, así como los gastos en mano de obra, brinda una visión precisa de los recursos financieros involucrados en el proyecto. Al comparar los costos reales con los costos planificados, se pueden identificar desviaciones y tomar medidas correctivas para mantener los gastos dentro del presupuesto establecido.

La aplicación de estos formatos de control en el proyecto Zaimella fase 5 ha demostrado su eficacia en la optimización de los procesos de construcción. Mediante el seguimiento continuo del cronograma y el control de los costos, se ha logrado mejorar la eficiencia en la ejecución de las actividades, evitando retrasos innecesarios y reduciendo los costos asociados. Además, estos formatos han brindado una base sólida para la toma de decisiones informadas, permitiendo una gestión más efectiva del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA:

- Alarcón, L. F. (2018). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de edificaciones. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(1), 33-42. <https://doi.org/10.7764/RIC.33.1.33>
- Ballard, G., & Howell, G. (2003). *Lean Construction*. Techneau. https://www.researchgate.net/publication/290715856_Lean_Construction
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Technical Report No. 72. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Technical Research Centre of Finland.
- Sacks, R., & Barak, R. (2010). *Lean Construction Theory and Practice*. Wiley. <https://www.wiley.com/en-us/Lean+Construction%3A+Theory+and+Practice-p-9781405189574>
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. Doctoral thesis, School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham, United Kingdom. Retrieved from <http://www.leanconstruction.org/media/docs/ballard2000-dissertation-LPS.pdf>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. Rawson Associates.
- LCI, Lean Project Delivery Glossary (available at: www.leanconstruction.org/glossary.htm)

- Stsepanets,A. (2022). *Metodología Lean: ¿Cómo lograr la perfección reduciendo desperdicios?* Ganttpro. <https://blog.ganttpro.com/es/metodologia-lean-ejemplos-principios/>
- Vargas, L. (2017). *MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN – Cartas de Balance.* Blogspot. <http://ingenieriaconstruccion929.blogspot.com/2017/07/mejora-de-la-productividad-en-la.html>
- Pérez, L., & Terán, F. (2020). Construcción sostenible en Ecuador: Un enfoque en edificaciones y energías renovables. *Revista de Tecnología e Innovación*, 8(1), 12-27.
- González, A. (2018). La construcción tradicional como herramienta de cohesión social en áreas rurales y urbanas. Editorial Universitaria.
- Damodaran, A. (2007). *Estrategias de gestión de riesgos financieros en proyectos de construcción.* Nueva York, NY: John Wiley & Sons.
- Ofori, G., & Sackey, E. (2019). Innovative cost management practices in construction. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 24(1), 96-115.
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) (6ª ed.).* Project Management Institute.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling.* John Wiley & Sons.
- Hoyos, M. (2017). Arquitectura y construcción tradicional en Ecuador: técnicas, materiales y normativas. *Revista de Arquitectura y Urbanismo*, 14(2), 45-59.
- Villacís, B., & Chiriboga, D. (2018). Corrupción en la contratación pública de infraestructuras en Ecuador: Un análisis de casos. *Revista de Economía y Política*, 9(2), 63-84.

- Rodriguez,L. (2017). Viabilidad de proyectos. UGR emprendedora. <https://ugremprendedora.ugr.es/viabilidad-de-proyectos/>
- Herrera,C. (2020). Gestion del Cronograma. PDF. https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/590345/mod_resource/content/1/Presentación%20de%20Gestión%20del%20Cronograma.pdf
- Ascanta,K. Cronogramas. Scribd. <https://es.scribd.com/document/402080556/CRONOGRAMAS>
- Wondershare Edwar. Usos de Plantillas de Diagrama de Gantt de Construcción y Cómo Personalizarlas. <https://www.edrawsoft.com/es/project/construction-gantt-chart-templates.html>
- Amusementlogic. Optimización del proceso constructivo: Lean Construction. <https://amusementlogic.es/noticias-de-la-empresa/optimizacion-del-proceso-constructivo-lean-construction>
- Google (s.f.). [Indicaciones de Google Maps para ubicación de Zaimella]. Recuperado el 18 de abril de 2023, de <https://www.google.com.ec/maps/@0.4548231,-78.5725183,8.06z?hl=es>.

ANEXOS

ANEXO 1 CRONOGRAMA VALORADO FASE 4

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS						TIEMPO EN MESES		
PROYECTO: ZAIMELLA FASE 4						1	2	3
RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION			
1	MEZZANINE P.T. ZAIMELLA 2021 FASE 3							
1.1	TOPOGRAFIA, DESALOJO	711.55						
1.1.1	Replanteo y nivelación	711.55	2	2	1		\$ 711.55	
1.2	ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO	4,414.60						
1.2.1	Hormigon f'c=140 kg/cm2 en replantillo	200.71	2	2	1		\$ 200.71	
1.2.2	Hormigon f'c=280 kg/cm2 en losa de cimentacion e=30cm, 1.00x1.00 unida a contrapiso existente	879.98	2	2	1		\$ 879.98	
1.2.3	Hormigon f'c=280 kg/cm2 en pedestales	414.85	2	2	1		\$ 414.85	
1.2.4	Hormigon f'c=280 kg/cm2 en cadena 20x30, gradas	254.57	2	2	1		\$ 254.57	
1.2.5	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 en losa de cimentación y gradas	2,321.28	2	2	1		\$ 2,321.28	
1.2.6	Anclaje químico en varilla de 16 mm	343.20	2	2	1		\$ 343.20	
1.3	ESTRUCTURA METÁLICA Y CUBIERTAS	102,415.87						
1.3.1	Estructura metálica A36 soldada con recubrimiento anticorrosivo, acabado color blanco	72,547.88	2	2	1		\$ 72,547.88	
1.3.2	Estructura metálica A36 soldada con recubrimiento anticorrosivo acabado gris en escaleras	14,860.80	1	2	2	\$ 7,430.40	\$ 7,430.40	
1.3.2	Sub estructura A36 para ducto de elevador. Acabado color azul	2,354.68	1	2	2	\$ 1,177.34	\$ 1,177.34	
1.3.3	Grating en escalones	89.11	1	2	2	\$ 44.55	\$ 44.55	
1.3.4	Cubierta galvalumen e=0,45 mm, inc. Flashing	455.31	1	1	1	\$ 455.31		
1.3.5	Plancha plystone e = 0,20 mm (incluye accesorios de instalacion y sellado)	11,164.73	1	1	1	\$ 11,164.73		
1.3.6	Malla metalica 50x50x3 mm para elevador, acabado color azul	577.20	1	1	1	\$ 577.20		
1.3.7	Estructura metalica para postes de pasamanos y puntos electricos 100x100x3 mm	366.16	1	1	1	\$ 366.16		
1.4	PISO INDUSTRIAL	0.00						
1.4.3	Piso de vinil PVC o similar		1	1	1	\$ -		
1.5	RECUBRIMIENTOS	6,036.99						
1.5.1	Paredes metalicas galvalumen e=0,45 mm, inc. flashing	185.89	1	1	1	\$ 185.89		
1.5.2	Gypsum regular e=10cm	405.41	1	1	1	\$ 405.41		
1.5.3	Mampostería de bloque de 20cm	5,445.70	1	1	1	\$ 5,445.70		
1.6	ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS	2,151.76						
1.6.1	Enlucido	1,046.76	1	1	1	\$ 1,046.76		
1.6.3	Masillado de pisos	1,105.00	1	1	1	\$ 1,105.00		
1.7	DESMONTAJES Y DERROCAMIENTOS	26,585.83						
1.7.1	Canal de tol galvanizado para aguas lluvias de 0,90 mm de espesor desarrollo 240mm	489.06	1	1	1	\$ 489.06		
1.7.2	Desmontaje e instalación de puerta existente en jaula 1	146.00	1	1	1	\$ 146.00		
1.7.3	Desmontaje de puerta corrediza dos hojas 6.90x3.00m	196.00	1	1	1	\$ 196.00		
1.7.4	Desmontaje montaje de jaulas existentes (cantidad estimada)	342.50	1	1	1	\$ 342.50		
1.7.5	Desmontaje de cubierta existente muelle de carga (cantidad estimada)	238.40	1	1	1	\$ 238.40		
1.7.6	Pasamanos de acero inoxidable acabado blanco h=1.00m	9,793.88	1	1	1	\$ 9,793.88		
1.7.7	Equipo Elevador 2.00x2.00m	15,380.00	2	2	1		\$ 15,380.00	
1.8	INSTALACIONES ELECTRICAS	14,429.63						
1.8.1	DISYUNTOR TERMOMAGNETICO CAJA MOLDEADA 600VAC, ICC 25KA, 3PX80A	170.46	3	3	1			\$ 170.46
1.8.2	ELECTROCANAL TIPO ESCALERILLA DE 20X10CM INCLUYE SOPORTERIA	1,234.51	3	3	1			\$ 1,234.51
1.8.3	CABLE No. 2 AWG	1,709.20	3	3	1			\$ 1,709.20
1.8.4	CABLE No. 4 AWG	772.55	2	3	2	\$ 386.28	\$ 386.28	
1.8.5	TABLERO Y BARRAJE T-MATERIA PRIMA, INCLUYE CENTRO DE CARGA, CONTROL DE LUCES CON CONTACTORES Y BOTONERAS DE MANDO, POWER METER, SEÑALIZACION.	2,525.07	2	2	1	\$ 2,525.07		
1.8.6	TABLERO CENTRO DE CARGA 3F, 20 ESPACIOS	782.89	2	2	1	\$ 782.89		
1.8.7	BREAKER ENCHUFABLE 1P16-32A	64.02	2	2	1	\$ 64.02		
1.8.8	BREAKER ENCHUFABLE 2P32-40A	191.02	2	2	1	\$ 191.02		
1.8.9	BREAKER ENCHUFABLE 3P32-40A	27.29	2	2	1	\$ 27.29		
1.8.10	PUNTO DE ILUMINACIÓN NORMAL, TUBERÍA EMT 1/2", CABLE 3X14 AWG THHN FLEX	1,135.00	2	3	2	\$ 567.50	\$ 567.50	
1.8.11	PUNTO DE ILUMINACIÓN, TUBERÍA EMT 1/2", CABLE 3X12 AWG THHN FLEX	1,253.62	2	2	1	\$ 1,253.62		
1.8.12	LUMINARIA TIPO PANEL LED DE 40 W, EMPOTRABLE	284.62	2	2	1	\$ 284.62		
1.8.13	LUMINARIA TIPO ODB 24W EMPOTRABLE	591.31	2	2	1	\$ 591.31		
1.8.14	INSTALACION DE LUMINARIA HIGH BAY	764.40	3	3	1		\$ 764.40	
1.8.15	INTERRUPTOR SIMPLE	18.60	2	2	1	\$ 18.60		
1.8.16	SENSOR DE MOVIMIENTO 360 GRADOS	67.86	2	3	2	\$ 33.93	\$ 33.93	
1.8.17	SENSOR DE MOVIMIENTO DE 180 GRADOS	117.31	2	3	2	\$ 58.66	\$ 58.66	
1.8.18	PUNTO DE TOMACORRIENTE SERVICIO GENERAL O PARA /LAMP EMERGENCIA/AVISO SALIDA, TUBERÍA EMT 1/2", CABLE 3X12 AWG THHN FLEX	1,440.40	2	3	2	\$ 720.20	\$ 720.20	
1.8.19	PUNTO SALIDA ESPECIAL 220/120 VAC, TUBERÍA EMT 3/4", CABLE 2X10+1X12 AWG	417.04	3	3	1		\$ 417.04	
1.8.20	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO, 125 VAC, 15A, COLOR BLANCO	59.28	3	3	1		\$ 59.28	
1.8.21	TOMACORRIENTE SIMPLE, 220 VAC, 30 A,	93.67	3	3	1		\$ 93.67	
1.8.22	LUMINARIA DE EMERGENCIA TIPO LED CON 2 LAMPARAS DE 16 W, 120 V.	525.38	3	3	1		\$ 525.38	
1.8.23	AVISO DE SALIDA TIPO LED, COLOR VERDE, 120 V.	184.13	3	3	1		\$ 184.13	
		\$ 156,746.23						
	INVERSIÓN MENSUAL					\$ 40,610.28	\$ 109,211.32	\$ 6,924.63
	AVANCE PARCIAL %					25.91%	69.67%	4.42%
	INVERSIÓN ACUMULADA		0			\$ 40,610.28	\$ 149,821.60	\$ 156,746.23
	AVANCE ACUMULADO %					25.91%	95.58%	100.00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANEXO 2 CRONOGRAMA VALORADO FASE 5

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS						TIEMPO EN MESES		
PROYECTO: LABORATORIO								
RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	INICIO	FIN	DURACION	1	2	3
1 LABORATORIO FASE 4		\$ 313,284.98						
1.1 PRELIMINARES		\$ 860.00						
1.1.1	Replanteo y nivelación	\$ 860.00						\$ 860.00
1.2 ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO		\$ 17,154.92						
1.2.1	Picado de contrapiso existente para nuevas columnas	\$ 543.32	2	2	1			\$ 543.32
1.2.2	Hormigón Fc=140 kg/cm2 en replantillo	\$ 48.40	2	2	1			\$ 48.40
1.2.2	Hormigón Fc=280 kg/cm2 en bases en columnas	\$ 989.12	2	2	1			\$ 989.12
1.2.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	\$ 304.98	2	2	1			\$ 304.98
1.2.4	Deck 0.65 mm	\$ 7,273.00	2	2	1			\$ 7,273.00
1.2.5	Hormigón Fc=280 kg/cm2 en deck, 5 cm sobre la cresta	\$ 6,213.11	2	2	1			\$ 6,213.11
1.2.6	Mallo electrosoldado fy= 5000 kg/cm2, una varilla 6 mm cada 10 cm, en losa	\$ 1,782.99	2	2	1			\$ 1,782.99
1.3 ESTRUCTURA METÁLICA Y CUBIERTAS		\$ 96,303.07						
1.3.1	Estructura metálica A36 soldada con recubrimiento anticorrosivo, acabado color blanco	\$ 94,356.37	1	2	2	\$ 47,178.19	\$ 47,178.19	
1.3.2	Conectores de corte	\$ 1,946.70	1	2	2	\$ 973.35	\$ 973.35	
1.4 DESMONTAJE Y DERROCAMIENTOS		\$ 13,970.98						
1.4.1	Derrocamiento de mampostería existente inc. Desalojo	\$ 8,148.09	1	1	1	\$ 8,148.09		
1.4.2	Desmontaje y desalojo de estructura	\$ 2,076.80	1	1	1	\$ 2,076.80		
1.4.3	Desmontaje de mallo galvanizado	\$ 139.27	1	1	1	\$ 139.27		
1.4.4	Reubicación de gabinete contra incendios	\$ 396.00	1	1	1	\$ 396.00		
1.4.5	Desinstalación de ventanas de aluminio y vidrio	\$ 271.40	1	1	1	\$ 271.40		
1.4.6	Desmontaje de ducto de ventilación L= 10.2m	\$ 289.00	1	1	1	\$ 289.00		
1.4.7	Desmontaje de puertas metálicas corredizas (1,25 x 2,05 m)	\$ 188.00	1	1	1	\$ 188.00		
1.4.8	Desmontaje de instalaciones eléctricas	\$ 586.00	1	1	1	\$ 586.00		
1.4.9	Derrocamiento de mesón existente de hormigón. Incluye desalojo a=0.60m h=0.90m	\$ 730.03	1	1	1	\$ 730.03		
1.4.10	Desmontaje de muebles bajos y altos	\$ 426.62	1	1	1	\$ 426.62		
1.4.11	Retiro de porcelanato de piso	\$ 12.40	1	1	1	\$ 12.40		
1.4.12	Retiro de piezas sanitarias (2 inodoros, 2 lavamanos)	\$ 28.00	1	1	1	\$ 28.00		
1.4.13	Desmontaje de mesones de granito	\$ 76.80	1	1	1	\$ 76.80		
1.4.14	Desmontaje de gradas metálicas	\$ 296.00	1	1	1	\$ 296.00		
1.4.15	Desmontaje de puerta de madera h=2.10m a=1.0m	\$ 46.00	1	1	1	\$ 46.00		
1.4.16	Desmontaje de puerta metálica h=2.10m a=1.0m	\$ 78.00	1	1	1	\$ 78.00		
1.4.17	Desmontaje de gypsum en tumbado	\$ 143.68	1	1	1	\$ 143.68		
1.4.18	Apertura para ventana en friso existente	\$ 38.88	1	1	1	\$ 38.88		
1.5 MAMPOSTERÍA Y PAREDES LIVIANAS		\$ 23,145.32						
1.5.1	Mampostería de bloques de 20cm	\$ 8,971.72	2	2	1		\$ 8,971.72	
1.5.3	Riostra vertical 0.20x0.20 m, incluye armado, encofrado y fundido	\$ 6,726.38	3	3	1			\$ 6,726.38
1.5.4	Dinteles metálicos 20x20 cm	\$ 568.40	3	3	1			\$ 568.40
1.5.5	Cyppsum regular e=10cm incluye cenefa	\$ 2,016.81	3	3	1			\$ 2,016.81
1.5.6	Divisiones de acero inoxidable	\$ 4,862.00	3	3	1			\$ 4,862.00
1.6 ENLUCIDOS Y ENCEMENTADOS		\$ 11,816.48						
1.6.1	Enlucido	\$ 5,119.74	2	2	1		\$ 5,119.74	
1.6.2	Enlucido de filos	\$ 608.84	2	2	1		\$ 608.84	
1.6.3	Masillado de pisos e=2cm	\$ 1,179.50	2	2	1		\$ 1,179.50	
1.6.4	Estuco y pintura acabado blanco	\$ 4,504.14	2	2	1		\$ 4,504.14	
1.6.5	Picado y corchado de instalaciones	\$ 404.26	2	2	1		\$ 404.26	
1.7 REVESTIMIENTOS Y CIELOS RÁPIDOS		\$ 45,205.79						
1.7.1	Porcelanato en paredes tono beige	\$ 6,746.05	2	2	1		\$ 6,746.05	
1.7.2	Porcelanato en piso concept moka 60x60 cm	\$ 4,012.76	2	2	1		\$ 4,012.76	
1.7.3	Alisado de piso con 5 kg cuarzo/m2	\$ 2,186.25	2	2	1		\$ 2,186.25	
1.7.4	Pintura epóxica en piso, color verde	\$ 17,496.00	3	3	1			\$ 17,496.00
1.7.5	Media caña entre piso y pared h=15cm incluye (media caña mesones)	\$ 1,806.16	2	2	1		\$ 1,806.16	
1.7.6	Cielo falso de gypsum para humedad	\$ 9,971.08	2	3	2		\$ 4,985.54	\$ 4,985.54
1.7.7	Estuco y pintura tumbados	\$ 2,987.90	2	3	2		\$ 1,493.75	\$ 1,493.75
1.8 PIEZAS SANITARIAS		\$ 4,285.58						
1.8.1	Inodoros	\$ 696.15	3	3	1			\$ 696.15
1.8.2	Urinaríos	\$ 840.76	3	3	1			\$ 840.76
1.8.3	Lavamanos incluye grifería	\$ 589.68	3	3	1			\$ 589.68
1.8.4	Fregadero de acero inoxidable incluye grifería	\$ 1,953.00	3	3	1			\$ 1,953.00
1.8.5	Fregadero de acero inoxidable con bandeja incluye grifería (cuarto de limpieza) 1.45x0.65 h=50cm	\$ 179.00	3	3	1			\$ 179.00
1.8.6	Rejillas	\$ 27.00	3	3	1			\$ 27.00
1.9 PUERTAS		\$ 7,285.50						
1.9.1	Puerta metálica 0.90x2.45 abatible	\$ 1,190.70	3	3	1			\$ 1,190.70
1.9.2	Puerta metálica para ducto 0.90 x 2,0 m abatible	\$ 288.00	3	3	1			\$ 288.00
1.9.3	Puerta de vidrio 1.00x2.45m abatible con protección metálica 1.20m, incluye bomba	\$ 2,044.80	3	3	1			\$ 2,044.80
1.9.4	Cerraduras para puertas metálica	\$ 636.80	3	3	1			\$ 636.80
1.9.5	Topes para puertas	\$ 100.80	3	3	1			\$ 100.80
1.9.6	Puertas de acero inoxidable en baños incluye cerraduras 0.78x1.80m	\$ 2,402.40	3	3	1			\$ 2,402.40
1.9.7	Puerta metálica para ducto 0.55 x 0.65 m	\$ 344.00	3	3	1			\$ 344.00
1.9.8	Puerta metálica para ducto 0.55 x 1,20 m	\$ 278.00	3	3	1			\$ 278.00
1.10 VENTANERÍA		\$ 8,517.60						
1.10.1	Ventanas de aluminio y vidrio h=1.30m (6 mm serie 200)	\$ 1,128.00	3	3	1			\$ 1,128.00
1.10.2	Ventanas altas proyectables aluminio y vidrio h=0.50m (6 mm serie 200)	\$ 1,029.60	3	3	1			\$ 1,029.60
1.10.3	Especios en pared de baños (1,50*1,20)	\$ 360.00	3	3	1			\$ 360.00
1.11 VARIOS		\$ 43,866.63						
1.11.1	Mesón en hormigón armado (incluye apoyos, armado, encofrado y fundido) ancho 70cm	\$ 3,386.88	3	3	1			\$ 3,386.88
1.11.3	Mueble bajo mesón	\$ 5,392.80	3	3	1			\$ 5,392.80
1.11.4	Pintura epóxica sobre mesón	\$ 1,956.15	3	3	1			\$ 1,956.15
1.11.5	Pintura epóxica para medias cañas	\$ 712.48	3	3	1			\$ 712.48
1.11.6	Estantes para bodega de muestras, cajones y bandejas con riel	\$ 3,351.60	3	3	1			\$ 3,351.60
1.11.7	Mueble metálico de estudio, ancho 55cm largo 1.80m altura 2.50m	\$ 3,400.00	3	3	1			\$ 3,400.00
1.11.8	Mueble de muestras ancho ancho 60cm largo 4.00m altura 2.50m	\$ 3,800.00	3	3	1			\$ 3,800.00
1.11.9	Mueble de muestras ancho ancho 60cm largo 1.50m altura 1.20m	\$ 342.00	3	3	1			\$ 342.00
1.11.20	Mobiliario de acero inoxidable con bandejas de riel y 4 tendederos reticulado, ancho 65 largo 4.60m altura 2.50m	\$ 8,280.00	3	3	1			\$ 8,280.00
1.11.21	Grifería con rociador desplegable para mueble de tendederos	\$ 1,888.00	3	3	1			\$ 1,888.00
1.11.22	Mueble de muestras testigo con espacio de líquidos para pruebas de equipos ancho 70 largo 1.65m altura 2.50m	\$ 783.75	3	3	1			\$ 783.75
1.11.23	Escritorio acabado blanco incluye fila de cajones ancho 70cm largo 1.40m altura 0.90m	\$ 796.00	3	3	1			\$ 796.00
1.11.24	Escritorio acabado blanco incluye fila de cajones ancho 70cm largo 3.10m altura 0.90m	\$ 4,890.00	3	3	1			\$ 4,890.00
1.11.24	Pasamanos de acero inoxidable acabado blanco h=1.00m	\$ 4,641.00	3	3	1			\$ 4,641.00
1.11.25	Pintura amarilla 10cm	\$ 225.98	3	3	1			\$ 225.98
1.12 INSTALACIONES ELÉCTRICAS		\$ 28,217.10						
1.12.1	DISYUNTOR TERMOMAGNETICO CAJA MOLDEADA 600VAC, ICC 25KA, 3PX125A	\$ 221.27	3	3	1			\$ 221.27
1.12.2	ELECTROCANAL TIPO ESCALERILLA DE 20X10CM INCLUYE SOPORTERIA	\$ 1,139.54	3	3	1			\$ 1,139.54
1.12.3	TUBERÍA EMT 2"	\$ 358.02	3	3	1			\$ 358.02
1.12.4	CABLE No. 1/0 AWG	\$ 1,764.00	3	3	1			\$ 1,764.00
1.12.5	CABLE No. 2 AWG	\$ 328.69	3	3	1			\$ 328.69
1.12.6	CABLE No. 4 AWG	\$ 445.70	3	3	1			\$ 445.70
1.12.7	TABLERO TIPO CENTRO DE CARGA DE 42 ESPACIOS	\$ 597.88	3	3	1			\$ 597.88
1.12.8	TABLERO TIPO CENTRO DE CARGA DE 30 ESPACIOS	\$ 478.81	3	3	1			\$ 478.81
1.12.9	BREAKER ENCHUFABLE 1P16-32A	\$ 325.62	3	3	1			\$ 325.62
1.12.10	BREAKER ENCHUFABLE 2P32-40A	\$ 295.18	3	3	1			\$ 295.18
1.12.11	BREAKER ENCHUFABLE 3P32-40A	\$ 228.50	3	3	1			\$ 228.50
1.12.12	PUNTO DE ILUMINACIÓN NORMAL, TUBERÍA EMT 1/2", CABLE 2X14 AWG THHN FLEX	\$ 5,422.64	3	3	1			\$ 5,422.64
1.12.13	LUMINARIA TIPO PANEL LED DE 80X60CM, 40W	\$ 3,823.85	3	3	1			\$ 3,823.85
1.12.14	LUMINARIA TIPO ODB 24W EMPOTRABLE	\$ 2,332.14	3	3	1			\$ 2,332.14
1.12.15	INTERRUPTOR SIMPLE	\$ 57.24	3	3	1			\$ 57.24
1.12.16	SENSOR DE MOVIMIENTO 360 GRADOS	\$ 62.64	3	3	1			\$ 62.64
1.12.17	SENSOR DE MOVIMIENTO 180 GRADOS	\$ 216.58	3	3	1			\$ 216.58
1.12.18	INSTALACIÓN DE LUMINARIA INTERIOR	\$ 819.31	3	3	1			\$ 819.31
1.12.19	PUNTO DE TOMACORRIENTE SERVICIO GENERAL O PARA LAMP EMERGENCIA/AVISO SALIDA, TUBERÍA EMT 1/2", CABLE 2X12+1X14 AWG THHN FLEX	\$ 4,627.01	3	3	1			\$ 4,627.01
1.12.20	PUNTO SALIDA ESPECIAL 220/120 VAC, TUBERÍA EMT 3/4", CABLE 2X10+1X12 AWG	\$ 607.15	3	3	1			\$ 607.15
1.12.21	PUNTO SALIDA ESPECIAL 440 VAC, TUBERÍA EMT 1", CABLE 3X8+1X12 AWG	\$ 392.68	3	3	1			\$ 392.68
1.12.22	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO, 125 VAC, 15A, COLOR BLANCO	\$ 404.93	3	3	1			\$ 404.93
1.12.23	TOMACORRIENTE SIMPLE, 220 VAC, 20 A	\$ 121.04	3	3	1			\$ 121.04
1.12.24	TOMACORRIENTE SIMPLE, 440 VAC, 20 A, 3F	\$ 54.38	3	3	1			\$ 54.38
1.12.25	LUMINARIA DE EMERGENCIA TIPO LED CON 2 LAMPARAS DE 16 W, 120 V	\$ 264.53	3	3	1			\$ 264.53
1.12.26	AVISO DE SALIDA TIPO LED, COLOR VERDE, 120 V							

ANEXO 3 PLANOS VISTA EN PLANTA DE LABORATORIOS FASE 5 (FUENTE SEMAICA)

