

Methodology of construction processes applied to housing projects and housing solutions: Case Study

Metodología de procesos constructivos aplicados a proyectos de vivienda y soluciones habitacionales: Caso de estudio

Autores:

Mendoza-Bowen, Plutarco Rigoberto
Universidad Técnica de Manabí
Instituto de Postgrado
Portoviejo, Ecuador



pmendoza1307@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0002-9264-1317>

Ing. Ruiz-Párraga, Wilter Enrique, Mg.
Universidad Técnica de Manabí
Docente Tutor del área
Portoviejo – Ecuador



wilter.ruiz@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-0045-9781>

Fechas de recepción: 12-ENE-2024 aceptación: 19-FEB-2024 publicación: 15-MAR-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

El trabajo se enfoca en recabar la información metodológica en cuanto a los procesos constructivos aplicados a un proyecto de vivienda y soluciones habitacionales de tipo social implementando la filosofía “Lean Construction” con el propósito de desarrollar un sistema constructivo con menos cantidad de pérdidas dentro de los procesos de una obra a esta escala. Mejorando así la productividad, minimizando pérdidas y aumentando la calidad del producto final. La metodología usada se basó en fundamentos teóricos sobre la gestión de proyectos constructivos a partir de la filosofía mencionada, seguido de una programación “Last Planner” la cual consiste en tres niveles: una programación máster o general; una intermedia y por último la semanal. Esto con el fin de cuantificar su comportamiento y medir a través de gráficas las causas del no cumplimiento de las actividades. Esto se traduce después en el Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) Lo que finalmente mostró una mejora significativa, dando como resultado una reducción considerable de pérdidas después de realizar una comparación cuantitativa y cualitativa de los dos escenarios: dentro de un proceso constructivo tradicional y el método Lean dentro del mismo caso de estudio Santo Domingo, concluyendo de forma asertiva, que existe una brecha en cuanto a cuantía de pérdidas que se pudieron menguar de manera correlacional a la implementación de la metodología Lean.

Palabras clave: Last Planner; Gestión de proyectos; Planeación; Proceso constructivo

Abstract

The work focuses on gathering methodological information regarding the construction processes applied to a housing project and social housing solutions implementing the "Lean Constructions" philosophy with the purpose of developing a construction system with less amount of losses within the processes that a work of this scale manages. Thus, improving productivity, minimizing losses and increasing the quality of the final product. The methodology used is based on theoretical foundations on the management of construction projects from the aforementioned philosophy, followed by a "Last Planner" programming which consists of three levels: a master or general programming; an intermediate and finally the weekly. This in order to quantify their behavior and measure through graphs the causes of non-compliance with the activities. This is then translated into the PAC (Percentage of Activities Accomplished) Which will finally show a significant improvement, resulting in a considerable reduction in losses after making a quantitative and qualitative comparison of the two scenarios: within a traditional construction process and the Lean method.

Keywords: Last Planner; Project Management; Planning; Constructive process



Introducción

La industria de construcción ha ido estableciéndose como pieza fundamental para el desarrollo de una ciudad o país, sobre todo desde la generación de infraestructura, vivienda y generando miles de empleos a lo largo de la historia. En el proceso constructivo, la planeación, el seguimiento y control ha sido crítico, registrando altos niveles de pérdidas económicas. Este trabajo abordó el tema de planificación de obra con una visión en metodologías contemporáneas como el Last Planner System (LPS) que mejore los procedimientos y buenas prácticas en un proyecto residencial y se desarrolló bajo la filosofía de Lean Construction que tiene como fin la mejora continua en temas de calidad, productividad, plazos entre otros (Zambrano, Caballero, & Eduardo, 2018).

En el sector de la construcción uno de los motivos que generan complicaciones es la desacertada planificación en los proyectos, que en la mayoría de los casos implementan una metodología tradicional que no ha llegado a definirse como un método certero. A esto se le suma un presupuesto depreciado para proyectos de gran envergadura, debido a la inestabilidad económica de los últimos años a nivel mundial (Nuñez, 2021). Llevando a las partes interesadas en temas de construcción a plantearse la interrogante ¿Qué hacer para optimizar recursos, evitar pérdidas y mejorar la gestión de proyectos de construcción en temas de vivienda social tomando en cuenta el contexto económico y social del país?

Para Porras, Sánchez, & Galvis (2014), la herramienta del Last Planner trata de obtener como resultado la mejora de procesos constructivos, proponiendo una renovación total del sistema convencional en obras de construcción, facilitando de esta manera la gestión y minimizando el porcentaje de pérdidas y su vez incrementando la calidad del producto final. Hay que considerar que en el Ecuador existe un incremento de viviendas en los últimos 60 años, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023) los hogares unipersonales han crecido 4.6 puntos (de 12.1 a 16.7 en 12 años). Asimismo los hogares de 2 personas crecieron en 4,3 puntos (de 15.9% a 20.2% en 12 años) y las viviendas de más de 5 habitantes ha caído 10.1 puntos. De igual forma, se menciona que el número de departamentos ha aumentado de un 11.9% en el 2010 a un 21.1% en el año 2022, por ende, es necesario generar concientización de las obras que se vayan realizando con procesos constructivos que sean verificados con herramientas de gestión efectiva como es el Last Planner.

Dentro de la filosofía de Lean Construction, se optimiza la gestión de proyectos de construcción, marcando un claro contraste con el enfoque tradicional. Esta metodología se destaca como una forma superior de organizar de manera eficiente a profesionales, clientes y constructores en todas las etapas del proyecto. A diferencia de los enfoques de gestión tradicionales, que se centran únicamente en transformar las entradas en unidades productivas, el Lean Construction hace hincapié en la optimización de los flujos, reconociendo así la importancia de la eficiencia en la construcción.

El estudio de Flavio Picchi sobre los residuos generados en proyectos de construcción en Sao Paulo revela que, en un proceso constructivo tradicional, se registró un alarmante 30% de pérdidas en cada una de las torres del condominio. En la Tabla 1. se pone de manifiesto de manera inequívoca los principales tipos de desperdicio en la obra, destacando la metodología convencional de transformación como el enfoque predominante (Orihuela & Orihuela, 2015).

Tabla 1: Estimación de pérdidas en obra

Estimado de desperdicio en obras de edificaciones		
Ítem	Descripción	% del costo total
Restos de material	Mortero	5%
	Ladrillo	
	Madera	
	Limpieza	
	Retirada de material	
Espesores adicionales de mortero	Tarrajeo de techos	5%
	Tarrajeo de paredes externas e internas	
	Contrapisos	
Dosificaciones desperdiciadas	Mortero para techos y paredes	2%
	Concreto	
	Mortero contrapisos	
	Mortero de revestimientos	
Reparaciones, trabajos no computados	Retoques, repintado y correcciones	2%
Proyectos no optimizados	Arquitectura, estructura e instalaciones (sanitarias y eléctricas)	6%
Pérdida de productividad debido a problemas de calidad	Paro de operaciones por materiales y servicios de baja calidad	3.5%
Costos por retrasos	Pérdidas económicas debido a retrasos y costos de administración	1.5%
Costos en obras entregadas	Corrección de patologías post entrega	5%
TOTAL		30%

Nota: Adaptado de Falvio Pichi. (1993)

Según los mismos autores, las pérdidas en obras de construcción representan aproximadamente el 30% del costo total del proyecto, y estos se dividen en varios componentes. A continuación, se ampliará la información relevante sobre cada uno de estos componentes:



Restos de material (5%): Los restos de material son uno de los principales contribuyentes a las pérdidas en obras de construcción. Esto puede incluir materiales sobrantes que no se utilizan en el proyecto, como hormigón, acero, ladrillos, etc. Para reducir estas pérdidas, es importante optimizar la gestión de inventario y asegurarse de que los materiales se utilicen de manera eficiente.

Espesores adicionales de mortero (5%): El exceso de mortero utilizado en la construcción, ya sea en revestimientos o juntas, puede aumentar significativamente los costos y desperdiciar recursos. La capacitación adecuada de los trabajadores y la supervisión de la cantidad de mortero utilizado pueden ayudar a reducir esta pérdida.

Dosificaciones desperdiciadas (2%): Las dosificaciones incorrectas de materiales, como concreto o mortero, pueden llevar a un desperdicio significativo. Mientras que las reparaciones y trabajos no computados pueden generar costos adicionales y retrasos. La comunicación efectiva entre todas las partes involucradas y la identificación temprana de trabajos adicionales son clave para reducir esta pérdida. Los costos en retrasos y obras entregadas (6.5%) pueden aumentar los costos, ya que implica más tiempo para la mano de obra y la maquinaria, así como gastos generales adicionales. Además, la entrega de obras con defectos o problemas de calidad puede requerir correcciones costosas (Orihuela & Orihuela, 2015).

El objetivo de Lean Construction (LC) es optimizar la transformación y eliminar en lo posible los flujos que los materiales seguirán hasta llegar a la obra para ganar más valor en el producto final. El pensamiento convencional se centra en la conversión y no fijarse en el flujo de recursos para generar más valor al producto final, la producción en la construcción desde esa perspectiva se muestra en el siguiente diagrama.

Figura 1: Diagrama funcional del sistema de construcción tradicional



Nota: Adaptado de Ballard H. (2000)

En el trabajo de Nieto, Nieto, & Ruz (2009) se establecen varios principios diferenciadores entre la metodología tradicional y el sistema de gestión Last Planner. En un inicio se menciona que la primera se planifica en base a supuestos con un nivel de incertidumbre medio y alto, mientras que en LPS presenta una planificación en base a compromisos

establecidos a largo y corto plazo. Otro factor diferencial que surge de la investigación fue que, dentro del marco tradicional se utiliza primordialmente la experiencia para mejorar futuros proyectos mientras que en la LPS se monitorea continuamente el desempeño y las causas del no cumplimiento. De aquí parte su estrategia que se beneficia obteniendo mejoras considerables como son los siguientes puntos:

- Se redujeron los plazos contractuales para el desarrollo de obras de construcción.
- Reduciendo el cronograma se disminuyen costos limitando el uso de recursos permitiendo aumentar la productividad y a su vez el porcentaje de actividades completadas disminuyendo el porcentaje de incertidumbre y la variabilidad de la obra.
- En el desarrollo de cada proyecto futuro abarcarán mayores utilidades para la entidad contratista al culminar proyectos dentro del plazo contractual o en ciertos casos antes del tiempo estimado

Los resultados en la implementación de la metodología LPS en el trabajo realizado por Rodríguez, (2017) desarrollado dentro de las diez primeras semanas de construcción evidenciaron que dentro de la primera semana las actividades completadas acumularon un 43% (bajo alcance) pero fue incrementando y en la última semana llegó a un desempeño del 83% (alto alcance) demostrando un progreso positivo a mediano plazo. Asimismo, esta medición permite corroborar que la programación semanal está arrojando resultados positivos y se encuentra bien estructurada, siempre y cuando las asignaciones establecidas semana a semana no superen las capacidades de los recursos y el equipo de trabajo. Para Aziz & Hafez (2013), el modelo LPS sugiere que se mantenga reuniones entre clientes, ingenieros y planificadores con el fin de evitar conflictos entre el departamento de diseño, planeamiento e ingenierías y corregir ciertos errores en la etapa de planificación intermedia. Según los autores, la colaboración entre los planificadores es crucial dentro de las etapas iniciales del diseño hasta el punto inicial de la construcción del proyecto.

En el trabajo de Andrade & Arrieta (2010), titulado “Last Planner en subcontrato de empresa constructora” se estableció como “Causas del no cumplimiento de actividades” (CNC) antes de implementar el sistema LPS las siguientes: Fallas por subcontrato (46%), cambios en el proyecto (23%), problemas de otra índole (15%), problemas con los materiales (12%) y un 2% debido a temas financieros.

Durante el proceso de subcontrato se redujo el CNC en 22 puntos (24%) en cuanto a las fallas por subcontrato, pero los problemas con los materiales casi se duplicaron al marcar un 52%, mientras que las demás causas se mantuvieron. Una vez incluido el sistema y tomando en cuenta el periodo posterior los problemas de incumplimientos se redujeron a un 96% por problemas de material y un 4% por estimaciones incorrectas sobre el rendimiento en obra. Es por eso, que el grado de compromiso de los últimos planificadores y la fuerza con la que se aplica la metodología anulan en gran medida las causas del no cumplimiento de los proyectos.

Material y métodos

Este trabajo tuvo un enfoque exploratorio objetivo, ya que consideró una recolección de datos de carácter cuantitativo, sin dejar pasar la calidad del producto final como parte de la metodología y una investigación descriptiva por su fenómeno de estudio, por lo que son aplicables en el método de procesos constructivos de viviendas y soluciones habitacionales aplicables al proyecto de vivienda en Santo Domingo, y finalmente se trató de un diseño no experimental longitudinal ya que en el caso de estudio se observa situaciones ya existentes y repetitivas. Los datos principalmente se refieren a la cuantía de las pérdidas y el rendimiento bajo las dos modalidades, la tradicional y la aplicación del Last Planner System (LPS) bajo la filosofía Lean Construction. Dentro del alcance de la investigación se planteó un escenario en donde se aplicará el Last Planner System (LPS) a la unidad productiva Santo Domingo que consistió en un sistema planificado y controlado en base a tres escalas de programaciones, más la cuantía del Porcentaje del Plan Cumplido (PAC), estas escalas son: la maestra, un plan intermedio y por último el plan semanal.

Resultados

La metodología Last Planner aplicada al caso de estudio tiene un impacto dentro de todas las fases del proyecto, desde la planificación hasta el cierre del mismo, con las lecciones aprendidas. Este trabajo de investigación se enfocó en el desarrollo de la primera etapa del proyecto de vivienda social promovida por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). Para su desarrollo se empezó por generar el plan general, cronograma de mano de obra, flujo de actividades, materiales y equipos con ayuda del software MS Project. En base a esta información se estableció el programa intermedio o Lookahead al igual que la planificación semanal.

Etapa de preparación

Esta etapa inicial se utilizó para reconocer las necesidades y requerimientos de los interesados para conformar una base conceptual y técnica adecuada. Este trabajo de investigación comienza una vez culminada esta fase, se contó con una base de información como son: necesidades generales, reuniones con los distintos interesados, presupuesto general y algunos otros datos importantes para empezar el proceso de planificación del proyecto.

En la metodología tradicional de planificación no se gestiona un control adecuado para la realización de actividades que garanticen una programación semanal para que la obra se desarrolle tal y como se estableció en un inicio, lo cual ocasiona que se creen incongruencias con los resultados esperados. A diferencia de la metodología aplicada del Last Planner la cual permitió generar un orden establecido tras revisar las distintas restricciones que se pretenden desarrollar (plan general o maestro), para posteriormente definir cuáles de estas se pueden realizar o tienen algún tipo de bloqueo (Lookahead o Plan Intermedio) y para una mayor confiabilidad se desarrolló además un plan semanal en donde se muestra lo que en realidad



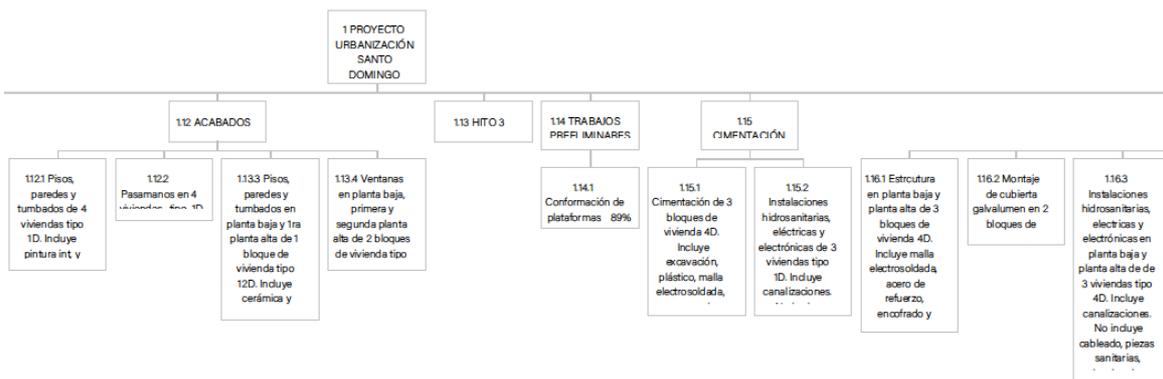
se realizará. Para este caso de estudio se desarrolló la primera fase con el software MS Project y las otras dos se derivan al programa MS Excel.

Una vez mostrada la metodología aplicada este trabajo plantó el procedimiento para incluir el Sistema del Último Planificados en el proyecto habitacional Santo Domingo realizado para un tiempo establecido de 256 días.

Estructura de desglose del trabajo (EDT)

Una vez establecidas las actividades generales se realizó la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) la cual sirve para organizar a manera esquemática cada una de las actividades codificándolas y distribuyéndolas en distintos niveles y grupos, esto ayuda al control de información y comunicación a lo largo de la planificación e implementación del proyecto (PMBOK, 2008), siendo una herramienta fundamental para la gestión de proyectos.

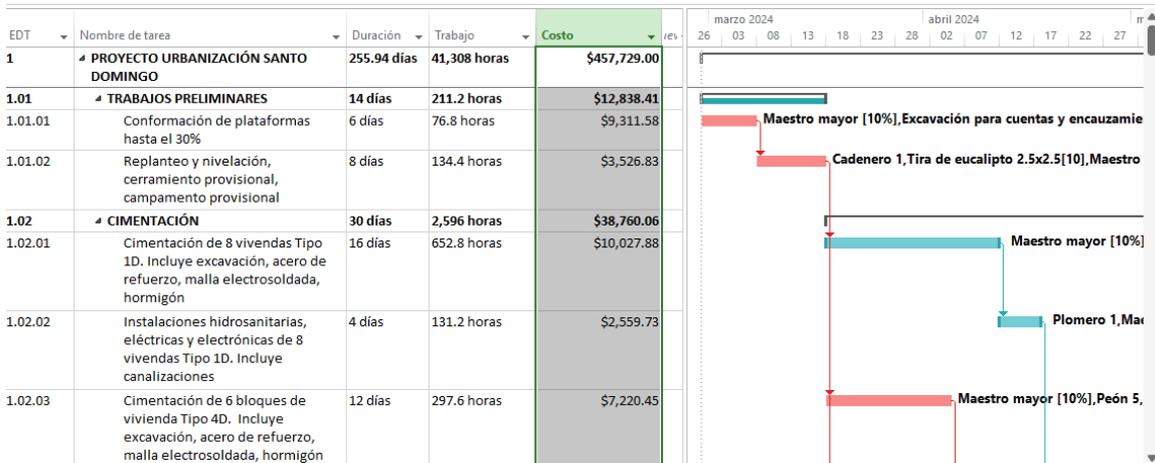
Figura 2: Sección de la Estructura del Desglose de Trabajo



Programación Maestra

Este cronograma establece la programación de cada actividad del proyecto, definiendo relaciones entre ellas, el tiempo y costo. En este punto es imprescindible establecer hitos para controlar el cumplimiento del cronograma en donde se definen los alcances (Pons & Rubio, (2019). Como se establece en la parte teórica se parte de una programación maestra que contenga cada uno de los elementos mencionados, en este caso se suman los costos generados a partir de la incorporación de los recursos materiales, de trabajo y equipo en la plataforma del MS Project (Ver anexo 2) Es importante mencionar que hasta esta instancia no existe mayor diferencia con una metodología tradicionalista. Son las fases siguientes las cuales establecen un contraste más marcado entre los dos métodos.

Figura 3: Sección de la Planificación Maestra



Dentro del cronograma maestro se estableció la ruta crítica de actividades mostrada en la figura anterior marcadas de color rojo. Esto ayuda al planificador a tomar atención en cuales de todas las actividades deben cumplirse en el tiempo obligatoriamente para así no tener retrasos en el cronograma. Asimismo, para esta fase es necesaria la participación de todo o gran parte del equipo de trabajo y debe ser de fácil alcance para los interesados.

Programación Intermedia o Lookahead

Tomando como referencia el Plan Maestro se realizó la planificación intermedia, el siguiente gráfico muestra una parte de esta fase y posteriormente el Lookahead (Ver anexo 3). En esta escala de planificación además de poder detallar de manera más específica cada elemento de las actividades se realiza un análisis de restricciones que cada actividad puede contener y una vez verificado esto, se coloca lo que se “puede” hacer en un periodo de 4 semanas.

Figura 4: Sección de la Planificación Intermedia

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Metrado	Unidad	RatioHH	Trabajo	V	S	D	L
1	PROYECTO URBANIZACIÓN SANTO DOMINGO	255.94	28-02-23	01-03-24	41308 HH				03-Mar	04-Mar	05-Mar	
1.1	TRABAJOS PRELIMINARES	14	28-02-23	17-03-23	211 HH							
1.1.1	Conformación de plataformas hasta el 30%	6	28-02-23	07-03-23	8700	m2	0.009	77 HH				
1.1.1.A	Conformación de plataformas hasta el 5%	1	28-02-23	28-02-23	435	m2	0.02988506	13 HH				435
1.1.1.B	Conformación de plataformas 10%	1	01-03-23	01-03-23	870	m2	0.01494253	13 HH				870
1.1.1.C	Conformación de plataformas 15%	1	02-03-23	02-03-23	1305	m2	0.00996169	13 HH				1305
1.1.1.D	Conformación de plataformas 20%	1	03-03-23	03-03-23	1740	m2	0.00747126	13 HH	1740			1740



A diferencia de la fase anterior, esta es de manejo interno (planificador, maestro de obra civil). Esta escala permite conocer aquellas actividades establecidas en el plazo junto con sus restricciones, debido a esto es necesaria su actualización semanal con el objetivo de mantenerse dentro del rango de tiempo de la línea base. En el siguiente cuadro se establece el análisis de restricciones ejemplificada en una de las actividades del caso de estudio.

Tabla 2: cuadro de restricciones

Situación de la actividad	Diseño	Materiales	Mano de obra	Equipos	Sub contratos	Certificaciones	Predecesora	Estado final
1.01.01	Listo	Listo	Listo	Listo	Listo	Listo	Listo	Empezar
1.01.02	Listo	Falta	Falta	Listo	Listo	Listo	Listo	Restringido

Programación Semanal

Esta planificación se encarga de definir con mayor exactitud lo que “se realizará” a lo largo de la semana que sigue, en base a los objetivos alcanzados en la semana finalizada, de los previstos en el lookahead y de las restricciones que existen como se observa en la siguiente figura.

Figura 5: Planificación de obra Primera Semana

ID	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Método	Unidad	RangoHH	Trabajo	Costo	SEMANA01							Metros	
										L	M	M	J	V	S	D		
1	PROYECTO URBANIZACIÓN SANTO DOMINGO	255.24	28-02-23	01-03-24				41308 HH	\$457,729.00									
1.1	TRABAJOS PRELIMINARES	24	28-02-23	17-03-23				211 HH	\$12,838.41									
1.1.1	Conformación de plataformas hasta el 30%	6	28-02-23	07-03-23	8700	m2	0.009	77 HH	\$9,311.50									
1.1.1.A	Conformación de plataformas hasta el 5%	1	28-02-23	28-02-23	435	m2	0.029885037	13 HH	465.37									435
1.1.1.B	Conformación de plataformas 10%	1	01-03-23	01-03-23	870	m2	0.014942529	13 HH	\$931.16									870
1.1.1.C	Conformación de plataformas 15%	1	02-03-23	02-03-23	1305	m2	0.009961606	13 HH	\$1,896.74									1305
1.1.1.D	Conformación de plataformas 20%	1	03-03-23	03-03-23	1740	m2	0.007471264	13 HH	\$1,862.32									1740

Para este último nivel se desarrolló 4 semanas comprendidas de lunes a viernes y tomando en cuenta los días de feriado nacional y local. Con el fin de establecer una mejor comunicación entre el planificador y el trabajador se recomienda realizar una reunión por cada semana de aplicación con el objetivo de cumplir tres tareas fundamentales de esta escala: Inventario de resultados, causas de no cumplimiento y por último el borrador de la Planificación Semanal de la semana que continua (Ver anexo 4).

En el siguiente gráfico se toma un extracto del acta de recepción del trabajo realizado en el proyecto Santo Domingo, esta muestra distintas situaciones contractuales por las cuales el desarrollo del trabajo no ha sido continuo y ha tenido grandes retrasos, suspensiones y prórrogas para al fin entregar el proyecto tiempo después de lo establecido en un inicio.



Figura 6: Extracto del acta de recepción proyecto Santo Domingo

Los plazos se resumen de la siguiente manera:

DESCRIPCIÓN	DÍAS	FECHA	DOCUMENTOS / OBSERVACIONES
Plazo contractual	210		
Inicio de plazo contrato		19 de enero de 2020	Oficio EC16E-B1-C1-CAMCE(D)-LC0005-202001
Fecha de suspensión 1		19 de enero de 2020	Oficio EEEP-EEEP-SEP-2020-0010-O
Fecha de Inicio Santo Domingo 1	150	28 de febrero de 2020	Acta de inicio de obra
Fecha de suspensión 2		17 de marzo de 2020	Oficio No. EEEP-SEP-2020-0089-0
Fecha de reinicio 2		08 de junio de 2020	Oficio No. EEEP-EEEP-SEP-2020-0100-O

Fuente: Creamos Infraestructura EP (2020)

Esto indica una ineficiente postura administrativa corroborada por uno de los directores de proyectos a través de una entrevista realizada en donde se establece un diálogo y se analizaron temas sobre la metodología aplicada en el proyecto de vivienda social. Es así como a continuación se establecieron las principales pérdidas debido a problemas y falta de planificación por parte de los primeros administradores que resumen en la siguiente tabla.

Tabla 3: Cuadro de pérdidas y posibles estrategias de mitigación proyecto Santo Domingo

Índole	Sub-índole	Descripción	Estrategia Lean
Constructivo	Replanteo y nivelación	Problemas de dimensionamiento de áreas	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de riesgos (malos cálculos) - Condicionar actividades por falta de mano de obra o equipo especializado (Programación semanal)
Administrativo	Fiscalización	Al inicio del proyecto no existió fiscalización	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer actividades de fiscalización cada cierto tiempo (Lookahead)
Administración	Subcontratación	Desproporción de trabajo, no existía programación definida.	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer el desglose de estructura de trabajo (ETD)
Planificación	Gestión de mano de obra	Ineficiente contratación de mano de obra ocasionó retrasos en avances programados.	Filtrar actividades que cumplan con el recurso humano (liberación de restricciones)
Administrativo	Presupuesto	Escasos lineamientos para llevar control de obra y presupuestos	Gestión de control y calidad cada cierto tiempo (Gestión de proyectos)

La falta de una programación clara en la metodología tradicional puede dar lugar a desequilibrios y retrasos como en el caso de Santo Domingo. Lean Construction aborda este

problema mediante la implementación de estrategias como el desglose estructurado de trabajo (ETD) y la liberación de restricciones en la gestión de mano de obra.

Lean Construction destaca por su enfoque en la eficiencia operativa y la gestión proactiva de riesgos. Proporciona herramientas como el Lookahead, que permite anticipar y abordar problemas antes de que impacten significativamente en el proyecto. En resumen, mientras que la metodología tradicional puede estar asociada con problemas como la falta de planificación, la ineficiencia en la gestión de recursos y la escasa comunicación entre equipos, la Lean Construction ofrece un enfoque estructurado y colaborativo que busca eliminar desperdicios, mejorar la eficiencia y promover una cultura de mejora constante. La elección entre ambas metodologías dependerá de la naturaleza del proyecto y de la disposición del equipo para adoptar prácticas más modernas y eficientes.

Conclusiones

El Sistema Lean Construction en su metodología del Último Planificador (Last Planner) como estrategia de mejoramiento implementada en cualquier empresa constructora o de ingeniería representa un mejor desempeño de proyectos que se desarrollen, debido a que se reducen los tiempos contractuales, reduce los costes al limitar la utilización de recursos y plazos.

Asimismo, al incrementar el porcentaje de actividades completadas se reduce la variabilidad de la construcción, gracias a esto se mejoran los flujos estabilizando y asegurando los distintos procesos. En el ámbito de la gestión de proyectos arquitectónicos, es esencial destacar que todas las partes involucradas en la planificación y ejecución del proyecto desempeñan un papel activo en las tareas de gestión. Este enfoque representa un proceso colaborativo en equipo donde todos los involucrados obtienen beneficios tangibles a partir de una implementación eficaz. Es importante subrayar que este enfoque de trabajo y participación promueve un sentido de pertenencia en relación con el trabajo llevado a cabo. Como resultado, la resistencia al cambio en la organización, que a menudo surge durante la implementación del enfoque de Planificación Integral, disminuye significativamente.

En el contexto de proyectos de construcción, cumplir con los plazos contractuales o incluso finalizarlos antes conlleva ventajas sustanciales tanto para el contratista como para el mandante. En el primer escenario, el contratista goza de mayores beneficios, lo que también contribuye a consolidar su reputación y desempeño sobresaliente. Esto, a su vez, se traduce en una imagen positiva ante el cliente, lo que puede resultar en la adjudicación de futuros proyectos debido a su historial excepcional y su excelente relación con los clientes.

A falta de una programación clara en la metodología tradicional, como se evidenció en el caso de Santo Domingo, puede resultar en desequilibrios y retrasos significativos en la ejecución de proyectos de construcción. Lean Construction aborda de manera efectiva este desafío mediante la implementación de estrategias como el desglose estructurado de trabajo (ETD), que contribuye a una subcontratación más equitativa y planificada. Además, la liberación de restricciones en la gestión de mano de obra propuesta por Lean Construction

permite filtrar actividades según el recurso humano disponible, mejorando la eficiencia y evitando retrasos innecesarios.

Referencias bibliográficas

-
- Andrade, M., & Arrieta, B. (2010). Last Planner en subcontrato de empresa constructora. *Revista de la construcción*, 36-52. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.cl/pdf/rconst/v10n1/art05.pdf
- Ballard, G. (2008). The lean Project Delivery System: An Update. *Lean Costruction Journal*, 1-19. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://lean-construction-gcs.storage.googleapis.com/wp-content/uploads/2022/08/08161001/Lean_Project_Delivery_System_An_Update-1.pdf
- Ballard, H. (2000). The Last Planner System of Production Control. Doctor of Philosophy. University of Birminham, Birmingham.
- Botero, L. (2021). Principios, herramientas e implantación de Lean Construction. Medellín: EAFIT, 2021. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://editorial.eafit.edu.co/index.php/editorial/catalog/download/95/133/437?inline=1
- Brioso, X., & Fuentes, D. (2020). Adaptando el Lean Project Delivery System a la elaboración o actualización de un plan de estudios de ingeniería civil incorporando BIM, Realidad Virtual y Fotogrametría. *Advance in Building Education / Innovación Educativa en Edificación*, 35-47. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/348767372_Adaptando_el_Lean_Project_Delivery_System_a_la_elaboracion_o_actualizacion_de_un_plan_de_estudios_de_ingenieria_civil_incorporando_BIM_Realidad_Virtual_y_Fotogrametria_Adapting_Lean_Project_Delivery_System
- Campero, M., & Alarcón, L. (2018). *Administración de proyectos civiles*. Ediciones UC.
- García, O. (2012). *Aplicación de la Metodología Lean Construction en la Vivienda de Interés Social*. Tesis de Maestría. Universidad EAN Facultad de Postgrados Especialización en Gerencia de Proyectos, Bogotá.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). Ecuador creció en 2.5 millones de personas entre 2010 y 2022. Quito, Ecuador. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/ecuador-crecio-en-2-5-millones-de-personas-entre-2010-y-2022/#:~:text=No%20solo%20es%20el%20tama%C3%B1o,5%20o%20m%C3%A1s%20personas%20caen
- Journal of Construction Engineering and Management . (1970). U.S. Constructions Labor Productivity Trends, 1970-1998. *Journal of Construction Engineering and Management* .
- Lauffer, A., Tucker, R., & Shenhar, A. (1994). The multiplicity concept in construction project planning . *Construction Management and Economics* , 53-65.
- Lugo, S. (2018). *Alpha Consultoría* . Obtenido de https://www.alpha-consultoria.com/que-es-microsoft-project-y-para-que-sirve/#:~:text=Microsoft%20Project%20te%20permite%20ver,uso%20optimizado%20de%20estos%20recursos.
- Nieto, A., Nieto, C., & Ruz, F. (2009). Estrategias para la implementación del sistema de gestión Last Planner. XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, 197-206.



- Núñez, H. (2021). Propuesta de guía metodológica para la implementación de metodología BIM en proyectos de edificación en el contexto ecuatoriano. Tesis de Postgrado. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Orduz, E. (2007). Aplicación de la metodología de planeación Last Planner en el mejoramiento de la productividad, efectividad y eficiencia en el sistema constructivo aperticado (Lean Construction). Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Orihuela, P., & Orihuela, J. (2015). Aplicaciones del Lean Design a proyectos inmobiliarios de vivienda. Motiva S.A.
- Pellicer, E., Yepes, V., Texeira, J., Mouera, H., & Catalá, J. (2014). Construction Management. Chichester: Willwy Blackwell. Obtenido de <https://dokumen.tips/download/link/construction-management-pellicer.html>
- PMBOK. (2008). A Guide to the Project Management Body of Knowledge . Project Management Intitute.
- Pons, J. (2014). Introducción a Lean Construction. Fundación Laboral de la Construcción, 1-72. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction-1.pdf
- Pons, J., & Rubio, I. (2019). Lean Construction y la planificación colaborativa. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- Ponz, J. (2010). GRCPSP Robusto basado en Producción para Proyectos de Edificación y Construcción. Grado de Doctor. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Porras, H., Sánchez, O., & Galvis, J. (2014). Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual . AVANCES Investigación den Ingeniería Vol. 11, 32-53.
- Rodríguez, K. (2017). Implementación de la metodología de planificación y control "Last Planner" en el proyecto de construcción: Unidad Productiva San Rafael. Tesis de Grado. Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Jose, Costa Rica.
- Valencia, S. (2013). La filosofía LEAN aplicada en la gerencia de proyectos. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20387?show=full>
- Zambrano, B., Caballero, S., & Eduardo, P. (2018). Estado actual de la alicación de la metodología lean construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia. Ingeniare, 39-65.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

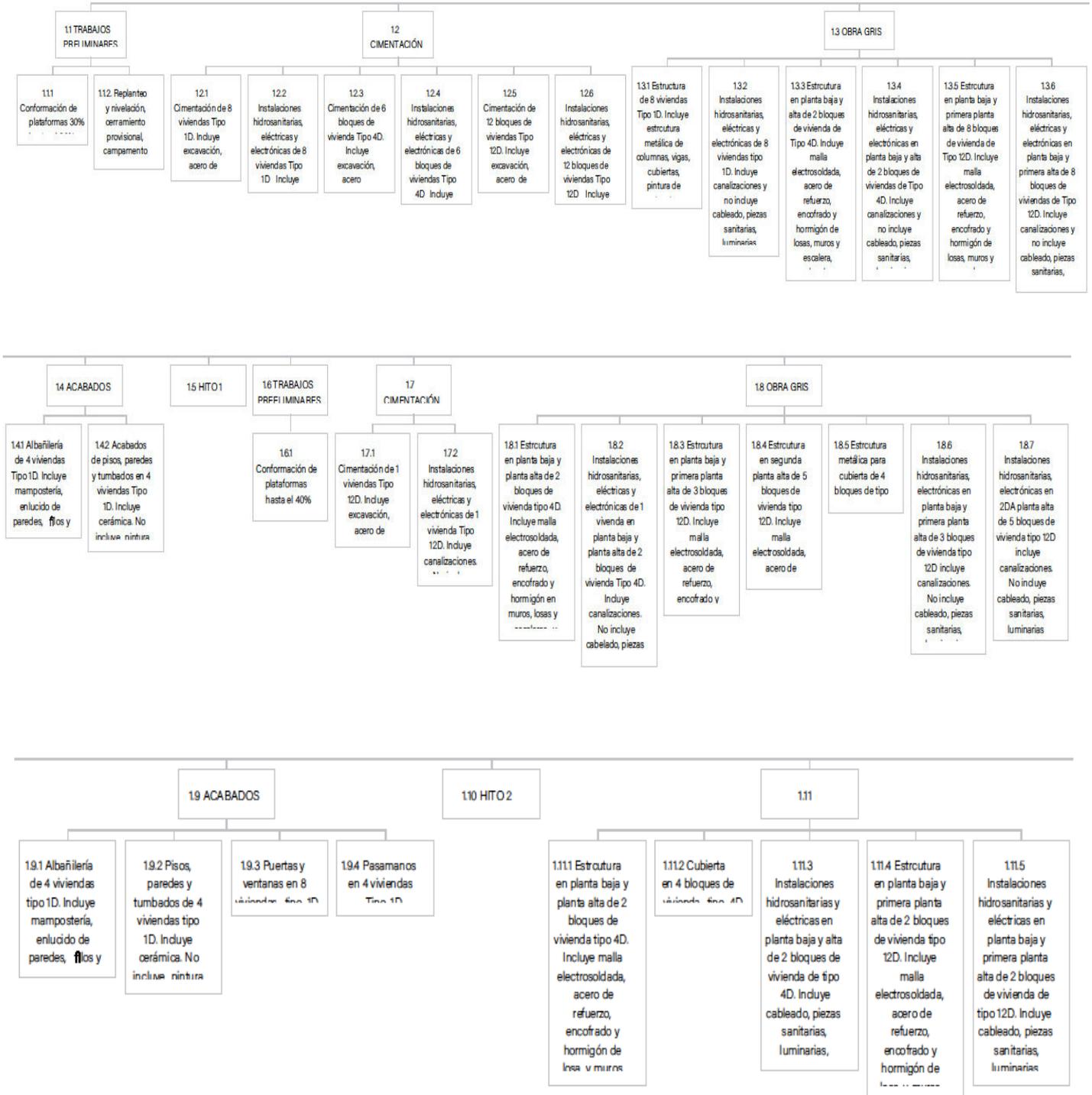
Nota:

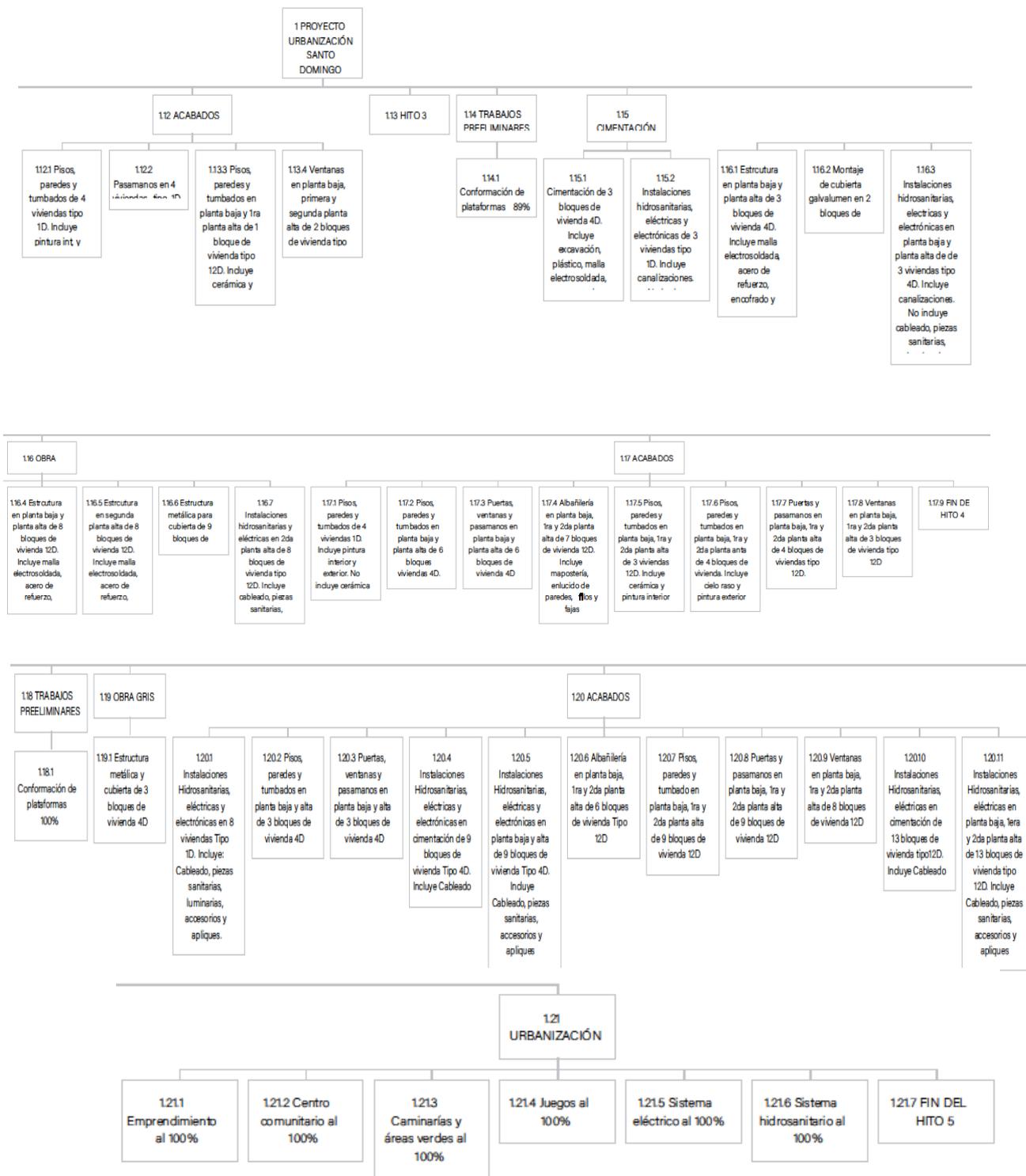
El artículo no es producto de una publicación anterior.



Anexos

Anexo 1 Elaboración del Desglose de la estructura de Trabajo





Anexo 2 Elaboración del Plan Maestro

