



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**Guía de aplicación del Sistema *Last Planner*® en
PYMES constructoras en México.**

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRA EN INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Presenta:

ING. DULCE CORINA RAMIREZ CABRERA

Asesor de tesis:

M. I. CARLOS BUSTOS MOTA

Puebla, Pue.

Junio 2021

Oficio de autorización de tema de tesis



Oficio No. SIEP/0872/2021

C. Dulce Corina Ramírez Cabrera
Matrícula 219470120
Pasante de la Maestría en Ingeniería
con opción terminal en Construcción
Facultad de Ingeniería, BUAP.
Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Angel Cecilio Guerrero Zamora, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo con su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema titulado: **Guía de aplicación del Sistema Last Planner**, para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal en Construcción, asignándose como Director al M.I. Carlos Bustos Mota.

Sin otro particular de momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Zaragoza, Abril 27 de 2021.

M.I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director

C.c.p. M.I. Carlos Bustos Mota, Director del Tema de Tesis

C.c.p. Archivo

AEPS/CBM/sco*

Facultad
de Ingeniería

Bvd. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. ING 4, Col. San Manuel,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
222 229 55 00 Ext. 7610

Oficio de autorización de impresión de la tesis

M.I. Ángel Cecilio Guerrero Zamora

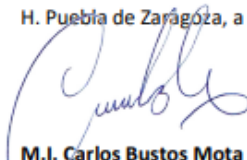
Director de la Facultad de Ingeniería, BUAP
Presente.

El que suscribe, maestro en ingeniería Carlos Bustos Mota, en calidad de director de la presente Tesis titulada: "GUÍA DE APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER® EN PYMES CONSTRUCTORAS EN MÉXICO", para obtener el Grado de Ingeniería con Opción Terminal en Construcción, que presenta la ingeniero Dulce Corina Ramírez Cabrera; no tengo inconveniente en autorizar la impresión de la Tesis citada, al cumplir con las revisiones necesarias para su terminación.

Lo que hago de su conocimiento para los efectos académicos a que haya lugar y sin más por el momento, me despido de usted.

Atentamente

H. Puebla de Zaragoza, a 10 de junio de 2021



M.I. Carlos Bustos Mota
Director de Tesis

C.c.p. Interesado

Dedicatoria

La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y, por regla general, pueden expresarse en un lenguaje comprensible para todos.

- Albert Einstein

Este título lo quiero dedicar a mis cuatro abuelos,
Evangelina, Rogelio, Diega y Marcial,
personas amadas que la vida me dio la oportunidad de tener,
sé que ellos están orgullosos de mí allá en el cielo.

Agradecimientos

Gracias a mis padres, Rosaura y Felimón, que con tanto empeño y amor me han educado e impulsado siempre a dar más que solo lo mejor en cada aspecto de mi persona. Yo quiero que estén orgullosos de mí.

A mis hermanos, Leydy y July, gracias por todo su apoyo y los muchos ánimos para seguir. Los amo y este título también es de ustedes.

A todos los maestros que han aportado a mi formación académica a lo largo de todos estos años, en especial al M. I. Carlos Bustos Mota por dirigir la presente tesis, por su disponibilidad, atención y ser gran promotor de nuevas metodologías.

Agradezco a Dios y a la vida por los privilegios que puedo gozar, por ponerme donde estoy el día de hoy y por hacerme la persona que soy.

Gracias por todas las bendiciones.

Índice

OFICIO DE AUTORIZACIÓN DE TEMA DE TESIS.....	I
OFICIO DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE LA TESIS	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VII
INTRODUCCIÓN.....	VIII
ANTECEDENTES	VIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XI
JUSTIFICACIÓN	XII
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	XII
MARCO TEÓRICO	XIII
OBJETIVO GENERAL	XIV
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XIV
HIPÓTESIS O SUPUESTOS	XIV
METODOLOGÍA	XV
CAPÍTULO 1. SITUACIÓN ECONÓMICA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO 2020.....	16
1.1 HISTORIA DE LAS PYMES	16
1.2 SITUACIÓN ECONÓMICA ACTUAL DE LAS PYMES.....	19
1.3 DATOS ESTADÍSTICOS DE LAS PYMES.....	21
CAPÍTULO 2. LIMITANTES EN LA METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN DE OBRA.	27
2.1 METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN DE OBRA EN LAS PYMES.....	27
2.2 ASPECTOS DÉBILES EN LA PLANEACIÓN DE OBRA.	30
2.3 OPINIÓN DE RESPONSABLES DE OBRA.	34
CAPÍTULO 3. SISTEMA LAST PLANNER.....	42
3.1 METODOLOGÍA <i>LAST PLANNER</i>	42
3.2 <i>LEAN CONSTRUCTION</i> EN EL MUNDO.	46
CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DEL SISTEMA <i>LAST PLANNER</i> EN PYMES CONSTRUCTORAS MEXICANAS.	59

4.1 ESTRUCTURACION DE GUÍA PARA APLICACIÓN DEL SISTEMA <i>LAST PLANNER</i>	59
4.2 APLICACIÓN DE PILOTO (EN 5 EMPRESAS CONSTRUCTORAS)	65
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS	71
ANEXO A. PROPUESTA DE GUÍA DE APLICACIÓN DEL SISTEMA <i>LAST PLANNER</i>	78

Resumen

Ciertamente que la mala situación económica actual en México, es un factor importante de que las PYMES constructoras vayan a la quiebra, pero también es debido a las malas técnicas de gestión. Una manera específica de apoyarlas es mejorando su proceso de planeación, lo cual plantea el sistema *Last Planner*, tal herramienta se ha aplicado en varios países con beneficios económicos enormes. Esta metodología ofrece principalmente la reducción de pérdidas de recursos, aumentar la calidad en el producto, mayor rendimiento y productividad, a través de un flujo continuo de trabajo.

La cultura de la capacitación y la planeación en las PYMES no es común ya que se considera difícil, onerosa e incluso una pérdida de tiempo. En esta investigación se desarrolla una guía que explica de forma sencilla y directa la manera de aplicar el sistema en empresas vulnerables, promoviendo la innovación en la planeación, control e incluyendo una modalidad útil de retroalimentación y mejora continua.

Abstract

Certainly the current bad economic situation in Mexico is an important factor for the Construction SME's to go bankrupt, but it is also due to the wrong management techniques. A specifically way to support the construction companies is improving its planning process, which is set by the Last Planner System, this tool has been applied in several countries with enormous economic benefits. The methodology mainly offers the reduction of the loss resources, to increase the quality product, higher performance and productivity, through a continuous workflow.

Training and planning culture in SME's is not common as it is considered difficult, expensive and even a waste of time. In this research, a guide is developed to explain in a simple and direct way, how to apply the system in vulnerable companies, promoting innovation in planning, control and including an useful way of feedback and continuous improvement.

Introducción

Los retos a los que se enfrentan actualmente las pequeñas y medianas empresas constructoras son relacionados a la innovación. La tecnología avanza a diario a pasos agigantados, ya existen muchos nuevos procesos constructivos, nuevas herramientas y materiales, hay muchos investigadores que se han dado a la tarea de desarrollar métodos que facilitan los procesos, se han desarrollado ideas para competir con la demanda de productos que se solicitan actualmente y formas de cumplir con las especificaciones del cliente, que cada vez son mayores. Así también se han creado organizaciones que difunden información nueva, investigaciones, artículos, tesis, organizan exposiciones, conferencias y congresos, todo esto para mejorar la forma en que se ejecutan los proyectos.

Lo que se necesita la industria de la construcción es integrarse a la innovación, dedicar tiempo y esfuerzos en empaparse de estas nuevas herramientas para aplicarlas y adaptarlas a las necesidades actuales, está probado que las nuevas herramientas funcionan y brindan beneficios significantes. La cultura del aprendizaje debe ser constante y México no debe excluirse de estos avances siendo un país atascado en el desarrollo, nuestra cultura necesita mucha disciplina y constancia.

La presente investigación se centra en la filosofía *Lean Construction*, la cual significa construcción sin pérdidas, hablando de recursos, tiempo, materiales y economía, tomando como base la planificación previa y un sistema de mejora continua. Lo que actualmente le hace mucha falta al país y al mundo.

Antecedentes

El punto de partida de la nueva filosofía *Lean Manufacturing* fue iniciada por Ohno y Shingo en las fábricas japonesas de automóviles Toyota en la década de 1950. El enfoque principal fue la reducción del despilfarro y agregar valor sistemáticamente en el proceso de manufactura. Esta ideología también se ha aplicado progresivamente a la gestión en la industria de la construcción, lo que generalmente se denomina *Lean Construction*.

El sistema de construcción tradicional es un proceso bien estructurado para proyectos simples. Pero, para propuestas de producción complejas, que envuelven una infinidad de actividades que necesitan ser previstas, planificadas, coordinadas y controladas, el sistema *Lean*, es una notable opción para considerar. Así pues, en proyectos complejos, donde el cliente tenga una alta exigencia y los mercados sean altamente competitivos el sistema de producción *Lean Construction* aportará a la empresa unos beneficios que el sistema tradicional nunca podrá obtener (Cisneros, 2011).

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) realizó una investigación en 2013 entre Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES en adelante) constructoras con una metodología del Instituto Americano de Arquitectos y encontró lo siguiente:

- 30% de los costos en la construcción se deben a errores, demoras y falta de comunicación
- 90% de las construcciones se terminan con un sobrecosto de más del 10%
- 95% de los proyectos no se terminan a tiempo
- 37% de los materiales de construcción se convierten en desperdicio
- 20% del tiempo de trabajo de los obreros se dedica a transportes y viajes
- 92% de los proyectos consideran que la información del diseñador es insuficiente para construir sin demoras y despilfarro.

Flavio Picchi en su tesis de doctorado demuestra que, si se construyera un proyecto de vivienda de tres torres de departamentos, la tercera torre se haría con el desperdicio generado por las otras dos ya que este es tal que constituye un 30% del costo total. (Picchi, 1993)

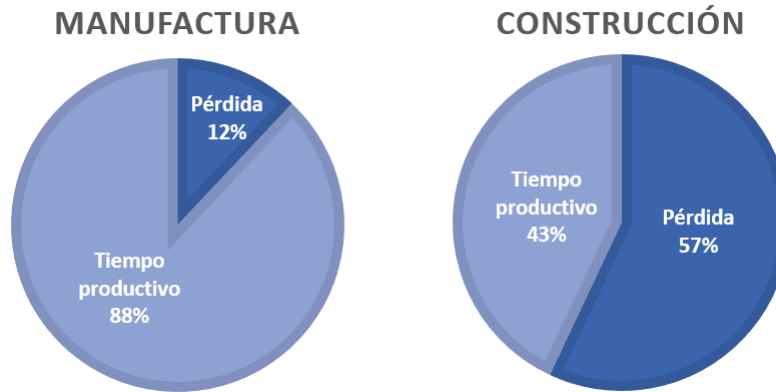


Figura 1. Tiempo productivo vs Actividades que no generan valor. Fuente: Elaboración propia con datos de *Lean Construction Institute*, 2004.

Los 8 tipos de pérdida según *Lean Construction* son (Sarhan y Fox, 2013):

- Traslados
- Inventario
- Movimiento
- Esperas
- Sobreproducción
- Exceso en los procesos
- Defectos
- Mal uso de habilidades

El *Last Planner System* (originalmente en el idioma inglés, de ahora en adelante Sistema *Last Planner* o SLP) es una herramienta que puede ayudar a mejorar el flujo de las actividades programadas, reduciendo la variabilidad que existe en los proyectos de construcción e incrementando el cumplimiento de las actividades. Considera a las personas que participan en la programación, quienes van a ejecutar directamente la actividad, los cuales son: ingenieros de producción, supervisores, subcontratistas, capataces, coordinadores de seguridad y salud de la obra, etc. (Brioso, 2015). Lo anterior manifiesta la necesidad de aplicar nuevas metodologías que impulsen el desarrollo de la industria de la construcción.

Planteamiento del problema

De acuerdo con las cifras difundidas por el Centro para el Desarrollo de la Competitividad Empresarial (CETRO-CRECE), sólo el 10% de las pequeñas y medianas empresas mexicanas llegan a los diez años de vida y logran el éxito esperado, mientras que el 75% de las nuevas empresas del país fracasan y deben cerrar sus negocios sólo dos años después de haber iniciado sus actividades. Cuando dichas empresas se crean y comienzan labores, no tienen el suficiente recurso económico para invertir en planeación, ya sea capacitando a su personal con cursos y certificaciones costosas, o contratando a un experto en estas metodologías, por lo tanto, confían todo el proyecto al maestro de obra, el cual no está calificado para realizar muchas de las actividades administrativas y de gestión. Se puede decir entonces que, para las micro y pequeñas empresas constructoras el origen de la quiebra, es debido a una mala planeación y uso de recursos.

Según informes sobre *Lean Construction* en EE.UU. (2012) revelan que entre un 70% y 85% de aquellas empresas que han utilizado prácticas *Lean* alcanzan un nivel alto de beneficios, entre los cuales se incluyen mejor cumplimiento del presupuesto, mayor satisfacción del cliente al obtener un producto de mayor valor, rendimiento más alto de entregas a tiempo, mayor productividad y calidad, mejora de la seguridad industrial, mayor grado de colaboración entre otros. Razones suficientes para promover este tipo de herramientas de planeación, dando prioridad a empresas pequeñas en desarrollo, guiando el procedimiento, facilitando información, formatos y ejemplos, pero sobre todo ayudando a comprender e interpretar los resultados obtenidos.

Esta práctica se ha desarrollado en países superiores porque han invertido en su capacitación, durante esta investigación se encontró que la gran mayoría de publicaciones están en inglés, y algunas otras en su idioma de procedencia. Para traducir e interpretar se debe disponer una buena cantidad de tiempo, lo cual no es una actividad fácil que cualquier persona con conocimientos básicos en construcción decida hacer. Solo especialistas han indagado un poco más en el tema

y se han adentrado en el desarrollo de varias publicaciones para exponerlas dentro de las organizaciones de *Lean Construction*.

Justificación

Esta investigación se hace con el fin de proporcionar una guía al constructor a través de la planeación de obra, éste a su vez, transmitirá el mensaje y organizará a cada equipo de trabajo, programando cada actividad de acuerdo con el avance, mejorando los procesos dentro del tiempo estimado, obteniendo mayores rendimientos, ofreciendo menor costo, promoviendo el correcto uso de recursos y mayores utilidades para la empresa.

El Sistema *Last Planner* (SLP) es una metodología real ya aplicada en otros países que servirá como herramienta para facilitar la adaptación de PYMES a los continuos cambios económicos del entorno mexicano.

Como efecto alterno de aplicar el SLP se busca apoyar a la rentabilidad y estabilidad de las empresas, dando la posibilidad de crear empleos, impulsando el crecimiento económico de muchas familias y beneficiando al cliente al recibir un producto terminado de calidad.

Hoy en día, existen varias investigaciones sobre el tema, incluso aplicadas a obras en específico ya ejecutadas, las cuales se pueden consultar en internet y han servido de apoyo a esta investigación. Así como cursos, talleres y certificaciones internacionales impartidas por la organización *Lean Construction México*, los cuales tienen costo monetario. La presente tesis no se centra en una obra en especial, no compara avances ya obtenidos, sino que busca ser una referencia para aplicarse en distintos casos de forma accesible.

Preguntas de investigación

¿Cuál es la situación económica actual dentro de la industria de la construcción en México?

¿Cuáles son los principales errores que presentan las metodologías de planificación usadas actualmente en obra?

¿Qué es el Sistema *Last Planner*?

¿Cuáles son los beneficios que se han obtenido del Sistema *Last Planner* en otros países?

¿De qué manera se puede aplicar el Sistema *Last Planner* en las PYMES constructoras mexicanas?

¿Cuál es la mejor forma de retroalimentar y fomentar una mejora continua?

Marco teórico

La industria de la construcción cayó un 29.1% en julio de 2020 frente al mismo mes de un año antes, lo que representa su mayor retroceso en 14 años según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). Esto se debe en gran medida a la crisis económica que atraviesa el país, agravándose por la contingencia sanitaria COVID -19, y ante esto, se le puede agregar la falta de metodología o técnicas de planeación de obra.

Los errores que se presentan en la planeación de obra pueden ser variados, incluso existen casos en los que no existe tal plan de trabajo por falta de tiempo, conocimiento o porque se cree poder manejar las situaciones conforme se presenten, provocando el fracaso del proyecto.

La máxima finalidad de la metodología *Lean Construction* es construir algo que el cliente considere valioso y eliminar los desperdicios en el proceso de construcción. Buscando que el flujo sea el factor primordial del sistema, y para que este sea constante se han de ir realizando actividades de forma continua, las cuales forman las bases del *SLP*.

Otros países donde se desarrollan estas metodologías, reflejan cuantiosos beneficios porque dejan en claro sus objetivos en cuanto a tiempo, costo y calidad, aminorando la variabilidad entre el diseño de un proyecto y su ejecución en sitio. De esta manera se puede asegurar la obtención de los beneficios económicos esperados al planear el proyecto.

Al crear una guía de implementación, se estaría facilitando la aplicación de metodologías basadas en la filosofía *Lean*, sin que implique una considerable erogación por concepto de capacitación del personal, que puede ser limitativa para las PYMES, al tener el recurso destinado para su propia operación.

No es suficiente con seguir la metodología, también se debe llevar un control durante la ejecución para poder retroalimentar, comprender y aprender de los errores, perfeccionar la técnica y crear una mejora continua.

Objetivo general

Promover el uso del Sistema *Last Planner* en las PYMES a través de una guía de fácil comprensión y aplicación, para un mejor rendimiento de los sistemas de planificación, organización y control de obra que actualmente representa un reto en cada proyecto constructivo mexicano.

Objetivos específicos

- ✚ Explorar la situación económica actual de PYMES constructoras en México.
- ✚ Identificar los errores en las técnicas de planeación y organización que actualmente están en uso en México.
- ✚ Explicar de forma simple y directa en qué consisten los procedimientos del Sistema *Last Planner*.
- ✚ Exponer los beneficios reales que otros países han obtenido al aplicar esta metodología.
- ✚ Proponer una guía de aplicación para el uso de esta herramienta en empresas pequeñas de forma sencilla y útil.
- ✚ Plantear un proceso de retroalimentación, aprendizaje y mejora continua, que el usuario de la guía pueda aplicar en su empresa.

Hipótesis o supuestos

Aplicar las metodologías que ofrece el Sistema *Last Planner*, lograría hacer un mejor uso de los recursos disponibles y aumentar el número de tareas cumplidas en tiempo y forma.

La buena planificación de obra puede disminuir desperdicios, detectar errores a tiempo, evitar contratiempos y retrabajos, reducir costos, aumentar la calidad del producto.

La creación de una guía de esta metodología dirigida a las PYMES ayudaría a su fácil aplicación y comprensión en el día a día.

Para lograr una retroalimentación es necesario documentar el desarrollo de la planeación de la obra, donde se agreguen los imprevistos y la solución aplicada, así como las causas para evitar que ocurra nuevamente.

Metodología

Esta tesis de grado se desarrolla bajo un método documental con un objetivo interpretativo.

Los pasos para desarrollarse serán los siguientes:

- ✚ Reunir información relevante acerca de la situación económica actual del sector de la construcción para tener una idea real de la problemática. Esta búsqueda se realizará en periódicos y revistas prestigiadas en la actualidad.
- ✚ Establecer los errores usualmente cometidos durante la planificación de obra, de preferencia la fuente serían personas con experiencia en la ejecución de obra.
- ✚ Recopilación bibliográfica del Sistema *Last Planner*.
- ✚ Filtrar, organizar y resumir la metodología *Last Planner*.
- ✚ Analizar los beneficios que otorga esta filosofía con el objetivo de incentivar su aplicación. Servirán de apoyo documentales de obras extranjeras que durante su proceso hayan implementado su uso.
- ✚ Redacción de una guía de proceso del Sistema *Last Planner*. Tomando como base investigaciones anteriores, resultados de aplicaciones previas y artículos de experiencias.
- ✚ En la parte final de la guía, desarrollar una herramienta que documente el proceso de retroalimentación y aprendizaje aplicado.

Capítulo 1. SITUACIÓN ECONÓMICA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO 2020.

Las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) han logrado trascender a través de la historia, de tal manera que representan la mayoría de los establecimientos productivos del país, generando un gran porcentaje de empleos y aportan de forma significativa al Producto Interno Bruto (PIB) de allí la importancia de su crecimiento para el impulso de la economía. Aun así, las condiciones en las que laboran no son suficientes para resistir crisis económicas ni competir con grandes empresas, provocando que salgan del mercado rápidamente.

1.1 Historia de las PYMES

El término empresa, se define como: la “unidad de organización dedicada a actividades industriales, mercantiles o de prestación de servicios con fines lucrativos” (Real Academia Española, 2014, definicion 2).

Es la entidad que mediante la organización de elementos humanos, materiales, tecnicos y financieros proporciona bienes o servicios a cambio de un precio que le permite la reposicion de los recursos empleados y la consecucion de unos objetivos determinados (Garcia, J. 2004).

El concepto PYMES, se puede definir como una organización empirica, financiada, organizada y dirigida por el propio dueño, quien en México para efectos fiscales es considerado un casusante menor. Abastece a un mercado pequeño o cuando mucho regional; no cuenta con alta produccion maquinizada y su planta de trabajadores suele estar integrada por familiares del dueño, por lo que suele llamársele empresa familiar (Saldivar, 2007).

Según el Programa de Apoyo a la Industria Mediana y Pequeña (PAI, 1978) las empresas se clasificaban en dos grupos: en pequeñas y medianas empresas a las que emplearan de seis a 250 personas y en talleres artesanales a los que empleaban hasta cinco personas.

La Secretaria de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI,1985), actualmente Secretaria de Economía, reestableció de manera oficial los criterios de clasificación a la industria de acuerdo con su tamaño.

- Microindustria la que ocupara hasta 15 personas y tuviera ventas netas hasta de 30 millones de pesos anuales.
- Industria pequeña. Las empresas manufactureras que ocuparan entre 16 y 100 personas, con ventas menores a 400 millones de pesos anuales.
- Industria mediana. Las empresas manufactureras que ocuparan entre 101 y 250 personas, con ventas menores de un mil 100 millones de pesos anuales.

Y para 1993 nuevamente modificados por el mismo organismo:

- Microempresa. Hasta 15 elementos de personal y ventas de hasta 900,000 pesos
- Pequeña empresa. Hasta 100 empleados y ventas de hasta 9,000,000 de pesos
- Mediana empresa. Hasta 250 empleados y ventas de hasta 20,000,000 de pesos.

En varias literaturas actuales del Banco de Mexico (Banxico), del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) o de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), hacen uso del término PYMES para referirse al conjunto en general de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas. Sin embargo el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y la Asociación de Bancos de México (ABM) utilizan el término MIPYMES, ya que cada tipo de empresa tiene características similares pero no iguales, para fines de referencia en este trabajo se hace uso del término PYMES.

El Diario Oficial de la Federación (DOF) publicó el 30 de junio del 2009 el Acuerdo por el que se establece la estratificación del tipo de empresas de acuerdo al número de trabajadores y monto de ventas, tal como se muestra en la tabla 1, y mediante el cual se clasifican actualmente.

Criterios de Estratificación				
Tamaño	Sector	Rango de numero de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope maximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

*Tope maximo combinado = (Trabajadores) x 10% + (Ventas anuales) x 90%

Tabla 1. Estratificación del tipo de empresas. Fuente: Elaboración propia con informacion del Diario Oficial de la Federación (DOF) (2009).

El Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la Republica (2002) expone que las PYMES surgen de dos maneras: en la primera nacen como empresas propiamente dichas, con una organización, estructura, gestion empresarial y trabajo remunerado. De la segunda forma estan las empresas que tienen un origen familiar, donde la principal preocupacion de la gestion es la supervivencia, sin detenerse a pensar en el costo de la oportunidad, de capital o la inversion que permitiera hacer crecer el negocio.

Asi mismo el Senado propuso tres etapas de evolución de las PYMES hasta el año de 1990.

- Durante los años de 1950-1960 las PYMES comienzan a hacerse notar en la economía mexicana dentro del sector industrial. Cuando el modelo de sustitucion de importaciones cerró la economía y redujo en mercado interno, México pasó por un proceso de aprendizaje.
- En 1970 llegó la inestabilidad macroeconomica provocando que la crisis se extendiera hasta la decada de los 80's, y aunque los logros fueran buenos la decada anterior, las limitaciones en equipamiento, organización, capacitacion e informacion impidieron llegar a la productividad y calidad, alejando a las empresas de la competencia intenacional preocupandose solo por sobrevivir.

- Para 1990 el gobierno del país puso a disposición financiamiento externo y estabilidad económica interna, lo que da paso a una nueva etapa en el crecimiento económico, marcado por las PYMES (Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República, 2002).

Como cuarta y quinta etapa se puede incluir:

- En 2008, debido a la globalización, el país tuvo que replantear sus esquemas de crecimiento, deteniendo el desarrollo de proyectos de infraestructura y creando crisis en la industria de la construcción.
- Cuando la situación económica no podía ir peor, en 2019, se desata la crisis sanitaria por el nuevo virus Covid-19, que detiene globalmente todas las actividades económicas comerciales e industriales, dejando miles de PYMES en la quiebra.

1.2 Situación económica actual de las PYMES.

El Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República (IILSR), elaboró en 2002 un análisis de evolución, funcionamiento y problemática de las PYMES, periodo donde ya declaraba la existencia de 2.9 millones de establecimientos en general, de los cuales el 99% correspondían a dichas empresas, lo que equivale a 2.85 millones de empresas. Esta porción ya era fundamental en la nómina empresarial mexicana, aproximadamente seis de cada diez empleos, equivalente a un 42% de todo lo que producía el país. Estos datos se mantuvieron al pasar de los años, muy a pesar de que en el sector los ciclos de apertura y quiebra han sido constates e inevitables.

Estas empresas constituyeron un sector estratégico para el desarrollo económico y social del país, pues producían con el 41% de la inversión y del PIB, más el 64% generando empleos. Desde entonces, se estimaba que las PYMES son menos eficientes que las grandes empresas, lo cual hizo y sigue haciendo necesario el apoyo de la iniciativa privada y del gobierno dentro del campo económico y tecnológico (IILSR, 2002, p. 69).

En 2020, la OCDE, declaró que en México hay 4 millones de PYMES, de las cuales el 97.4% son microempresas que representan el 12.4% de la producción bruta total y emplean al 47.2% de la fuerza laboral. En 2018. Las tasas de interés promedio variaron según los montos de los préstamos y el tamaño de la empresa prestataria. Para las grandes empresas, la tasa de interés promedio fue de aproximadamente 11.78% mientras que para las PYMES el promedio fue de 17.70% (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, OCDE, 2020).

La economía ha ido en un continuo declive, datos del INEGI (julio 2020) reportan en su comparación anual de cifras desestacionalizadas contra datos del año 2019, que el valor real de la producción de las empresas constructoras mostro una reducción de (-) 29.1%, las horas trabajadas retrocedieron (-) 19.8% y el personal ocupado total fue menor en (-) 20.3% (INEGI, 2020).

Un factor sorpresivo, que ha venido a detener completamente no solo las actividades del sector de la construcción, si no a nivel global y mundial, ha sido el desarrollo de la pandemia provocada por el virus Covid-19. Esta cuarentena declarada desde el mes de marzo de 2019 tiene paralizada la economía mundial.

Durante la videoconferencia del Cuarto Informe Semanal Covid- Industrial, Eduardo Ramírez Leal, presidente de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), afirmó que es una situación muy complicada y al mes de mayo ya existían alrededor de 3 mil empresas micro, pequeñas y medianas no solo con problemas de liquidez, simplemente ya no pueden seguir en funcionamiento. Dejaron de tener ingresos desde el mes de abril y muchas de ellas ya no pueden sostener su plantilla de trabajadores (Saldaña, I., 8 de mayo de 2020. *El Universal*).

Ante la presente situación económica nacional, Juan Robles Ibarra, presidente de la CMIC en Ensenada, recuerda que el sector de la construcción ha vivido un sexenio difícil con crecimiento nulo, donde la inversión en obra pública disminuyó y los proyectos en pie están a cargo del ejército, dejando de lado a las demás empresas. Un caso claro de esta situación es la construcción del nuevo Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles a cargo de la Sedena. Aunado a esto, teme que el confinamiento vivido por el Covid-19 de un duro golpe a todo el sector, del cual

muchas empresas no puedan regresar. Sugiere que, para garantizar las fuentes de empleo, el gobierno federal tendrá que acelerar la obra pública y facilitar créditos para las empresas a través de las Bancas de Desarrollo, todo esto lo antes posible (García, J., 4 de mayo de 2020. *El imparcial*.).

Es correcto que las pequeñas empresas necesitan de créditos, y la Secretaría de Economía ha impulsado estrategias de financiamiento para fomentar su desarrollo y participación. Aunque estos programas no han alcanzado el éxito esperado, han ayudado a las PYMES a incursionar poco a poco en algunas áreas de la obra pública, que anteriormente solo era posible para las grandes empresas debido a su alta liquidez económica para financiar licitaciones de grandes proyectos.

1.3 Datos estadísticos de las PYMES

Las PYMES pertenecientes a la industria de la construcción son, sin duda las que resienten de manera más evidente los avances y retrocesos en el entorno económico. Con el paso del tiempo se han convertido, inevitablemente, en uno de los principales indicadores económicos por los grandes números que representan.

En octubre 2012 la Secretaría de Función Pública (SFP) publicó los resultados de su Encuesta de Percepción sobre la Eficiencia de Contrataciones Públicas en México. Dicha encuesta se realizó a través de la plataforma de CompraNet, el sistema electrónico de información pública gubernamental sobre adquisiciones, arrendamientos, servicios y obras públicas. La figura 2, muestra la estratificación de las 3,123 empresas que dieron respuesta a la encuesta, número que consideraron su universo, dentro del ente de los Proveedores y Contratistas, incluyendo las Cámaras y Asociaciones (Secretaría de la Función Pública (SFP), 2012, p. 9).

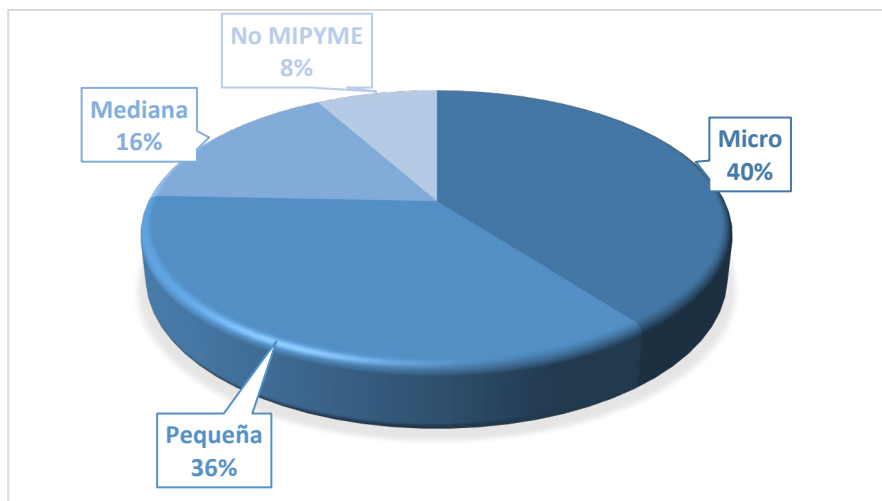


Figura 2. Distribución por tipo de empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de (SFP, 2012, p. 9)

En 2018 se lleva a cabo la Encuesta Nacional sobre Productividad y competitividad de las PYMES (ENAPROCE), con apoyo de la SE, INEGI y la Asociación mexicana de secretarios de desarrollo económico A. C. con el fin de obtener información sobre las habilidades gerenciales y de emprendimiento, cadenas productivas globales, las capacidades tecnológicas y de innovación, así como los apoyos gubernamentales para contribuir al fomento de la cultura empresarial del país.

En la figura 3, se presentan algunos datos relevantes para dar soporte a esta investigación. La capacitación profesional o técnica nunca debe suspenderse, el aprendizaje es un término constante, de día a día.

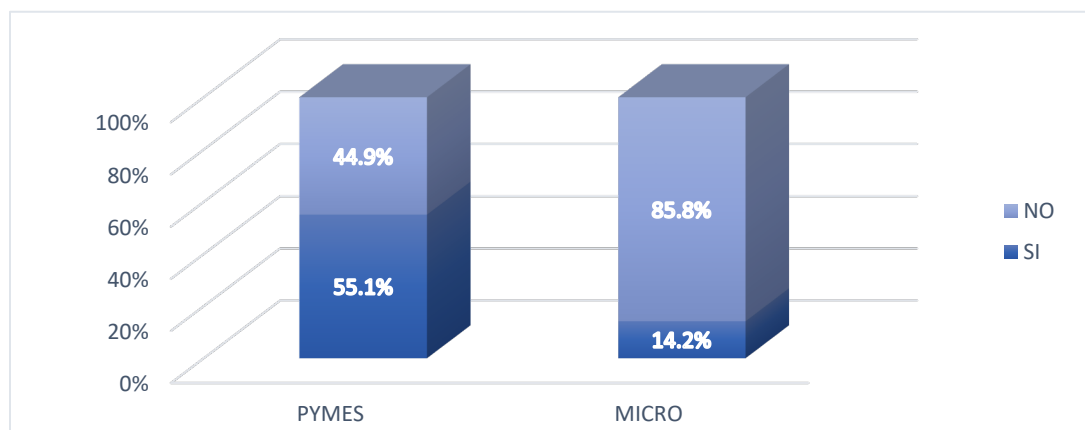


Figura 3. Empresas que imparten capacitación 2017. Fuente: Elaboración propia con datos de (INEGI, 2019, ENAPROCE 2018)

Las causas de no otorgar capacitación son: considerar que el conocimiento y las habilidades son adecuadas, contratar a personal con capacitación previa, elevados costos, no encontrar capacitadores adecuados, tiempo que se interrumpe la producción, mayores exigencias salariales, renuncia del personal, no hay beneficios palpables o porque la capacitación se solicita a una institución pública, pero no es otorgada.

El factor graficado en la figura 4, es uno de los que esta investigación busca cambiar, para que una PYME se desarrolle es necesario aprender de los errores y dificultades que se presentan en la ejecución de un proyecto.

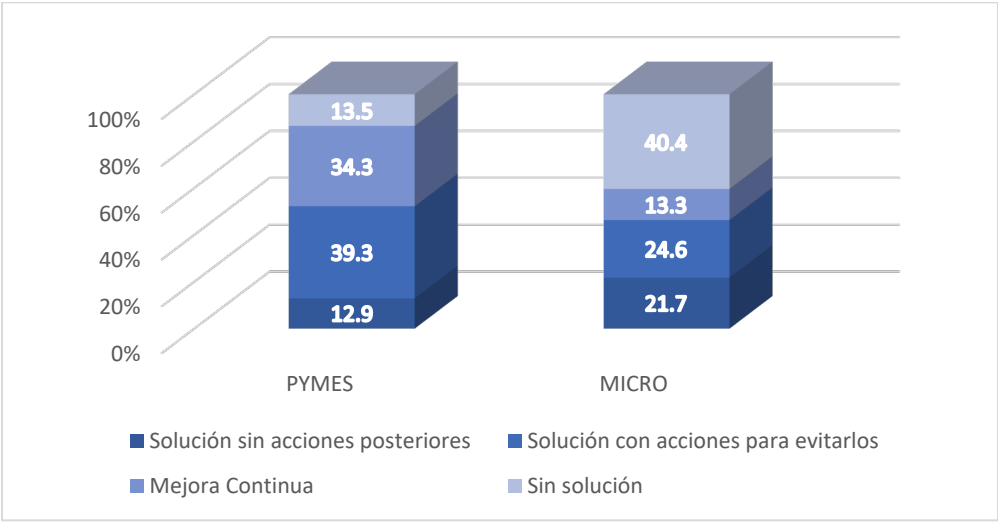


Figura 4. Acciones instrumentadas ante problemas presentados durante la producción 2017.

Fuente: Elaboración propia con datos de (INEGI, 2019, ENAPROCE 2018)

Es inimaginable que los propietarios de las microempresas tengan miedo a que se les otorgue un crédito, eso es lo que necesita la industria para ser impulsada, no todo está en los inversores, los empresarios también deben tener el impulso de crecer. La figura 5, nos muestra las estadísticas dentro de este rango.

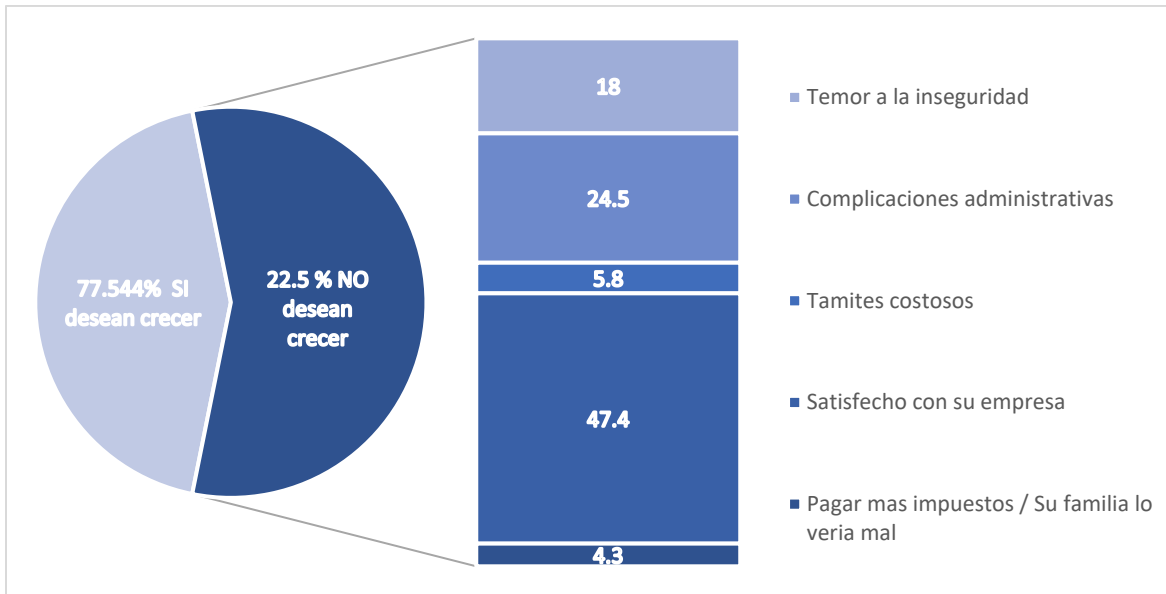


Figura 5. Opini3n de las Microempresas y raz3n por la que no desean que 3stas crezcan. Fuente: Elaboraci3n propia con datos de (INEGI, 2019, ENAPROCE 2018)

Las respuestas que se muestran en la figura 6, no son tan da3inas como se esperaba, la mayor3a de las PYMES si optan por contratar a un Contador P3blico que los apoye en su papeleo. El siguiente punto a modificar ser3a para las empresas que no llevan ning3n control sobre sus cuentas.

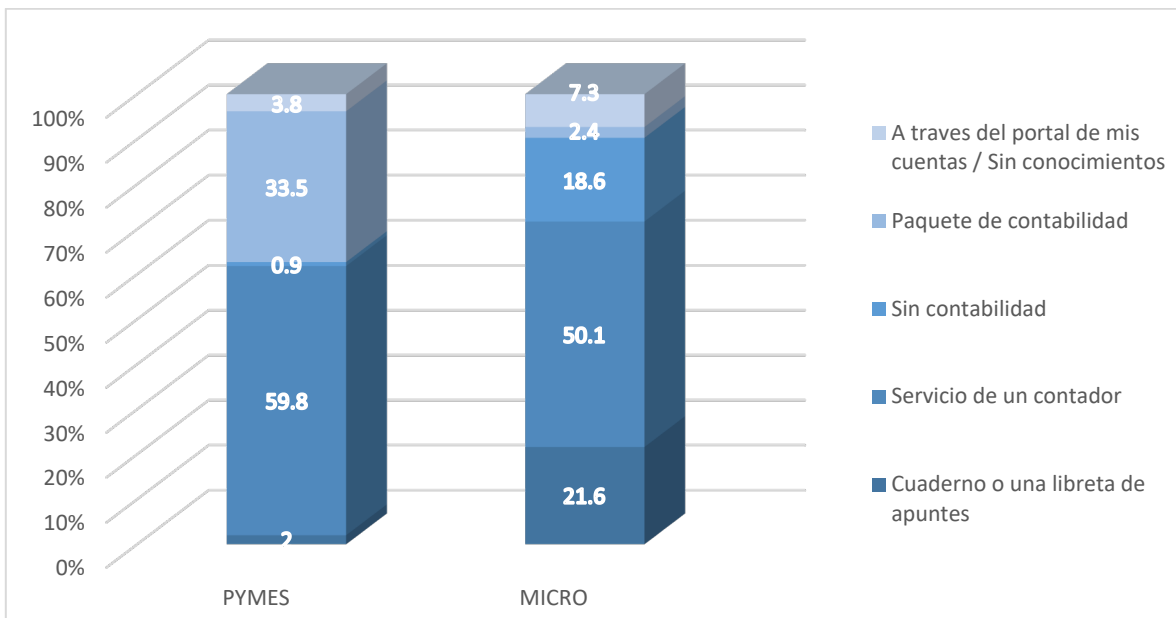


Figura 6. Forma de registro de su contabilidad. Fuente: Elaboraci3n propia con datos de (INEGI, 2019, ENAPROCE 2018)

El acceso a los financiamientos es aún limitado para las PYMES (figura 7). Aunado a este hecho, las microempresas se reúsan a aprovecharlos porque no tienen confianza en los bancos, son caros, y porque son créditos pequeños y a muy corto plazo. Es una necesidad modificar estas cifras para poder impulsar nuevamente el sector de la construcción.

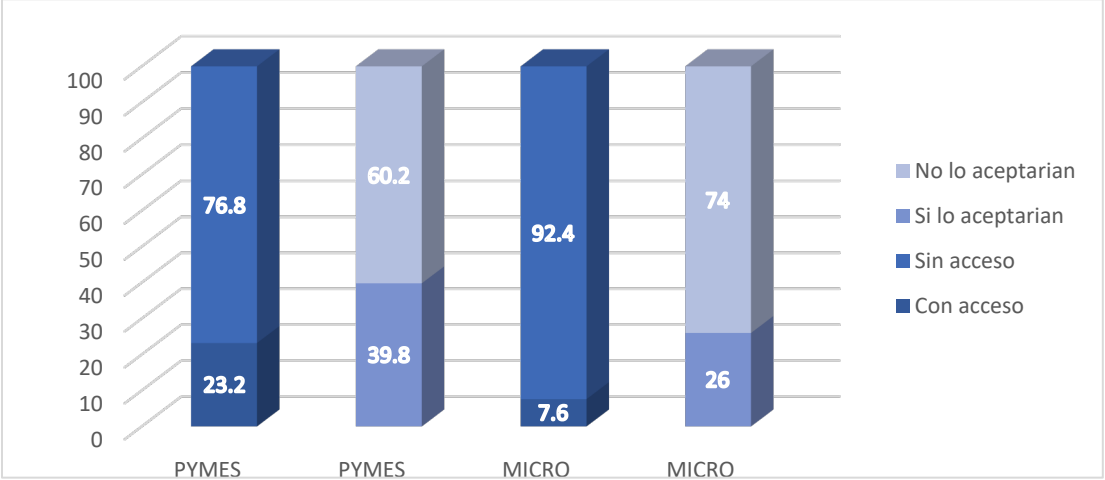


Figura 7. Financiamiento y créditos bancarios Fuente: Elaboración propia con datos de (INEGI, 2019, ENAPROCE 2018)

Dentro del tema de las cadenas globales de valor, tan solo el 4.6% de las PYMES participaron en el periodo de 2016-2017, el principal factor de no participar es la falta de información, seguido del giro, interés, precios bajos, problemas de calidad, escala y financiamiento. Esta sección ilustrada en la figura 8 no se aplicó a las Microempresas.

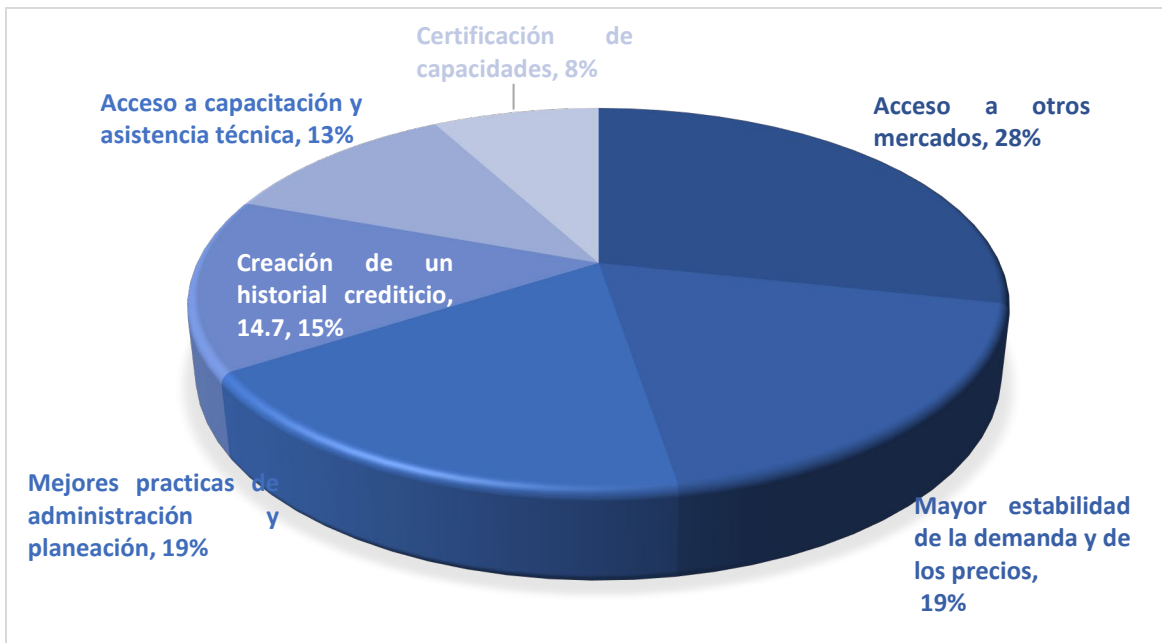


Figura 8. Beneficios de participar en cadenas productivas globales. Fuente: Elaboración propia con datos de (INEGI, 2019, ENAPROCE 2018)

Todos estos datos presentados nos muestran que, por su tamaño, objetivo, capacidad, y necesidad de competir con las grandes empresas, las PYMES necesitan cuantiosa ayuda y protección del estado, pero se debe tener conciencia acerca de que los problemas no son únicamente de financieros, sino también en los temas de gestión, innovación y desarrollo tecnológico.

El escenario es crudo y las necesidades de la sociedad aumentan día con día, vale la pena evaluar el cómo y por qué la forma de laborar no obtiene la productividad deseada y hacer un análisis desde el interior de las empresas para definir la imagen que se requiere ofrecer al cliente y a los inversores para que ellos quieran invertir en una PYME.

En el capítulo 2, se hace un planteamiento de la metodología actual de trabajo que aplican las empresas constructoras mexicanas y las principales limitantes que se presentan. Para hacer cambios positivos, primero se debe conocer qué se está haciendo mal y cuáles son las fortalezas de la empresa.

CAPÍTULO 2. LIMITANTES EN LA METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN DE OBRA.

Con el capítulo anterior se deja en claro que una buena actividad económica nacional, da paso a beneficios financieros y mayor rango de oportunidades para las PYMES. En pocas palabras una buena actividad económica es primordial para el crecimiento de una empresa, sin embargo, no es el único requisito.

Para poder competir en el mercado, los empresarios deben tener estrategias internas de gestión y planeación en cada uno de sus proyectos, cada área de trabajo debe funcionar de manera integrada con las demás, haciendo posible el flujo de cada actividad a desarrollar en el tiempo requerido. Todo lo anterior es carencia en muchas empresas, evitando que su labor trascienda y vayan a una quiebra segura.

2.1 Metodología de planeación de obra en las PYMES

La gestación de una empresa es la fase inicial de todo proyecto, allí se definen las razones y objetivos principales del establecimiento, sus recursos disponibles tanto económicos como fuerza de trabajo y el alcance que se desea tener en un lapso definido. Todo lo anterior se documenta debidamente en un plan de desarrollo, que en todo momento se debe tener presente para evaluar riesgos y tomar decisiones.

Este proceso, en el caso de las PYMES, claramente no se provee de manera adecuada. Muchas de las actividades surgen sobre la marcha y los problemas se resuelven de forma práctica, sin aprendizaje a futuro documentado o algún tipo de mejora continua.

La mayoría de las PYMES han iniciado su actividad de repente, orientada a cubrir exclusivamente las necesidades de su fundador, en un escenario minado por las dificultades. Haciendo su carta de presentación la necesidad convertida en esperanza y pasión por el logro. Mas no existe un plan estructurado que muestre una posibilidad racional de abrir un espacio en el mercado. Algunas empresas fracasan en el intento, porque no definen donde dirigir sus esfuerzos y recursos. Algunas logran encarar la fase de crecimiento, donde experimentan las mayores

frustraciones económicas, pues el crecimiento involucra mayores inversiones, que si resultan inadecuadas anticipan su propio certificado de defunción (Vargas, 2003).

Si hablamos de la industria de la construcción, el procedimiento no es diferente. Actualmente cuando una “constructora” se forma, en su organigrama solo existen dos o tres personas que comúnmente son los inversores y ellos mismos se encargan de ejecutar múltiples actividades simultaneas, pues la inversión inicial no es la suficiente para contratar personal extra y mucho menos un especialista en gestión de proyectos. Si estos emprendedores tienen conocimiento y experiencia en planeación, es una buena señal para ejecutar la obra, pues intentan adaptarse a fin de entregar los trabajos en tiempo y forma. Cabe mencionar que, el que se tengan conocimientos básicos de metodologías de planeación de obras tampoco garantiza una solución integral al éxito del negocio, pero si sus conocimientos son incorrectos o nulos, y están carentes de la experiencia necesaria, se tendrán más dificultades de las que se podría considerar.

Cuando una empresa comienza a laborar, tiene trabajos pequeños en los que talvez no es necesaria una planeación elaborada y ocurren un mínimo de contratiempos. Sin embargo, cuando se empiezan a obtener trabajos de importancia, es común la confianza que depositan en algún maestro de obra que soluciona los problemas conforme se presentan y que no está capacitado para administrar todos los aspectos que envuelve una obra.

Los problemas surgen cuando de manera tradicional se sigue una metodología que parte de un calendario de obra basado en suposiciones, en rendimientos estándar que muchas veces son obtenidos de libros ya obsoletos o de alguna obra aparentemente similar, pero con condiciones laborales completamente diferentes. Incluso se llegan a incluir actividades con rendimientos inventados, solo por llenar espacio a conveniencia y ajustar fechas. Estos tiempos y estrategias de trabajo muchas veces son establecidos por una persona de oficina con poca experiencia, que no sabe de procedimientos constructivos, que nunca ha estado en obra y definitivamente no conoce el proyecto, tan solo le han encargado la tarea de presentar un calendario como requisito ante la dependencia solicitante, así sea

completamente lejano a la realidad por no haberse apoyado de alguien con la experiencia y los conocimientos necesarios reales del proyecto.

Durante la ejecución, es común que el personal no presente el rendimiento supuesto para cumplir con las tareas porque es el rendimiento de otra persona, no el propio, retrasando actividades posteriores, alejando la fecha de término, haciendo el calendario algo inútil y continuando la obra sin rumbo. Conjuntamente no se sabe con anticipación cuándo se debe suministrar qué material, ni cuanto personal y herramienta se necesita para realizar las actividades, empalmándolas constantemente. No existe una secuencia, se generan desperdicios de recurso humano y de materiales.

La metodología tradicional no promueve la comunicación ni el trabajo integral, quien coordina requiere de más competencias para integrar equipos de trabajo; un ejemplo claro es, cuando la persona responsable del diseño del proyecto no es la misma que ejecuta o supervisa los trabajos, dando paso a diversas modificaciones por errores que no fueron previstos, lo cual genera un sobre costo no contemplado por el cliente. Otro caso similar es cuando, el responsable de cuantificar no tiene comunicación con el diseñador, pues cada parte hace su trabajo a su propio entender, obteniendo datos que no coinciden en obra. Los materiales se desperdician en retrabajos, el presupuesto se agota y la obra está lejos de terminar.

Puede ser que la metodología tradicional funcione y que solo no se ha aplicado adecuadamente, pero ya no satisface completamente las necesidades del constructor ni del cliente, ha pasado a ser un proceso ya obsoleto, por eso es importante aprovechar otras metodologías que nos ofrece la actualidad. Las ganas de emprender no bastan para mantener a una empresa en el mercado, cada error representa dinero perdido. Enfrentar a la competencia y ser innovador requiere de evaluar riesgos, tomar decisiones razonadas, prevenir imprevistos, administrar recursos, monitorear procesos de gestión y garantizar eficiencia.

Por estas razones la finalidad de la presente investigación, es que las PYMES constructoras logren entender y aplicar herramientas de gestión y planeación

nuevas, que apoyen al crecimiento, organización e interpretación de resultados, todo esto, de acuerdo a sus necesidades y recursos disponibles.

2.2 Aspectos débiles en la planeación de obra.

Se podría pensar que, a las PYMES, por poseer naturalmente un organigrama pequeño, les es más fácil agilizar su toma de decisiones, seguido de su mejor flujo de información y mayor comunicación entre los integrantes. Bajo el supuesto anterior, se podría considerar que aumenta la flexibilidad y capacidad de adaptación a los continuos cambios del entorno. También se cree que, al ser negocios familiares, el grado de compromiso y motivación es mayor, teniendo cercanía al cliente y siendo capaces de producir en pequeñas cantidades, a corto plazo y con ciertas especificaciones (Vásquez, 2007). Sin embargo, en datos reales estas ventajas no son más que limitantes, agravando muchos puntos en el crecimiento de las empresas.

A continuación, se enlistan y describen brevemente algunos de los puntos principales de la metodología de planeación tradicional que se deben mejorar en las empresas para una evolución óptima de obra.

Planeación y programación: etapa donde se coordina el uso de recursos humanos, materiales y económicos requeridos en momentos y cantidades determinados, su disponibilidad brinda fluidez al proyecto (Preñeda, 1991).

La planeación inicia cuando el cliente autoriza el proyecto, el error de muchos constructores es saltar este paso y comenzar los trabajos porque piensan que es tiempo perdido. No definen al líder de proyecto y si lo hacen, no tiene experiencia ni formación técnica, contratar a un especialista es costoso, pero no tanto como perder un proyecto por una errónea planeación. En ocasiones la obra inicia sin definir los objetivos principales: resultado final, tiempo invertido y costo.

Muchos líderes plantean actividades a realizar haciendo suposiciones alejadas de la realidad, basándose en planos preliminares, sin descripciones técnicas ni especificaciones, o escasos cuadros de datos. Cada actividad debe definir material,

personal, cantidad, calidad y tiempo necesarios. Pero muchas veces ni siquiera siguen un orden lógico o conveniente de ejecución, los jefes de proyecto pueden apoyarse de diagramas de Gantt, PERT o CPM pero muchas veces solo se elaboran para cumplir con un requisito sin darles seguimiento posterior. Cuando tenemos muchas tareas, lo conveniente es darles estructura de grupos: actividades principales, subtareas, instalaciones especiales, de tal manera se tendrá una visión clara y ordenada del total de la actividad (DET), y así asignar un responsable para cada grupo, el cual responderá ante cualquier fallo. Sin esto, es complicado identificar problemas y riesgos que pudieran surgir, lo que ocurre comúnmente en obra es que la solución a estos imprevistos se da sobre la marcha, sin embargo, cuando el riesgo es mayor se empiezan a retrasar tareas y se interrumpe el flujo de actividades. Un microempresario calcula costos de acuerdo a su necesidad, apenas lo suficiente para surtir materiales y pagar nóminas, sin tomar en cuenta equipo, subcontratos e indirectos, no analiza el flujo de efectivo de acuerdo a la actividad y el tiempo que conlleva el ejecutarse. De esta manera, estructurar un programa de compra de insumos para que estén disponibles al momento de requerirlos, resulta ser un arduo trabajo.

Estructura organizacional: en las pequeñas empresas se suele centralizar el control porque el dueño y el gerente son la misma persona, esto es flexible, pero es difícil deslindar responsabilidades (separación dueño-empresa), tanto que algunas veces llegan a complicadas dificultades de sucesión. Los dueños suelen solucionar negocios como actividades personales, lo cual no es nada sano. Conforme aumenta el tamaño de la empresa la toma de decisiones se vuelve lenta impidiendo la productividad. Los mandos bajos deben asumir responsabilidades y ejercer poder, no solo verificar que se cumplan las órdenes del dueño. Las relaciones jerárquicas indican que, al intervenir más de un jefe, se produce confusión, contradicción y frustración en los subordinados.

Dirección: debe asignar personal de acuerdo con la complejidad, inversión y tiempo de ejecución del proyecto. En una microempresa usualmente la plantilla de empleados se forma de familiares con buenas habilidades técnicas, pero no saben

diferenciar entre éstas habilidades y las habilidades para negociar o liderar. Sin embargo, todos buscan puestos de alto mando, porque creen ciegamente que el ser parientes les da cierto estatus de preferencia y respeto. En estos casos lo correcto es analizar fortalezas y debilidades, para subcontratar personal en áreas donde existan desventajas, y aprovechar las habilidades de los empleados al máximo en lo que son productivos.

Siempre se debe tener en la mira las estrategias constructivas que utiliza el contratista, evaluar su capacidad, pues de eso depende la asignación de contratos. Algunas empresas no saben coordinar a los diferentes subcontratos que intervienen en el proyecto, no integran la información, el contratista no se entera de cambios realizados en el proyecto, generando retrabajos y entorpeciendo el flujo de actividades.

Recursos humanos: los objetivos se logran o fracasan por las personas que trabajan en ellos. Así como cuidar e involucrar al cliente en el proyecto es importante, igual de importante es el personal que ejecuta cada tarea. En las PYMES se suele tener cambios frecuentes en el personal, debido a las malas condiciones del ambiente laboral: bajas remuneraciones, sin incentivos, escasa especialización y nula capacitación, alta rotación de personal, no se aplican normas básicas de seguridad e higiene, el lugar de trabajo es improvisado con infraestructura inadecuada (Pavón, 2010), no hay líderes que guíen y motiven. Todo esto resulta en que el personal no se sienta integrado y no exista ningún grado de compromiso con los objetivos para cumplirlos de la mejor manera.

Comunicación: se deben transmitir ideas de manera que sean entendidas exactamente como se concibieron, abrir paso a dudas o comentarios, y que exista una retroalimentación de información. La principal falla en la planeación es cuando la información se omite o no llega a todos los miembros involucrados, cuando se excluye al personal responsable de cada área, contratistas o proveedores, ellos no pueden cumplir con sus obligaciones y el flujo se rompe. La mayoría de las PYMES no establecen canales y medios de difusión, como son juntas, oficios o boletines, para comunicar la toma de decisiones, nadie se entera de cambios en proyecto,

avances, retrasos, nuevas ideas u órdenes. Se debe contar con un diagrama de comunicación, formatos y métodos documentados con otros grupos de trabajo de la empresa.

Control: garantizar que los recursos y actividades críticas cumplan el objetivo con los planes establecidos, en forma efectiva y eficiente. Si no es así, identificar fallas, corregir para alcanzar los estándares o reajustar planes (González, 2011). Si las empresas no dan seguimiento a la ejecución, entonces de nada sirve haber planeado. Muy pocas PYEMES siguen la cultura de elaborar y actualizar constantemente los reportes de avance programado contra avance real. De los inconvenientes que surgen no se registran las soluciones que fueron adoptadas ni las lecciones aprendidas, no hay mejora continua. No existe control de entrega de materiales, mal manejo de insumos, almacenes e inventario. Alto porcentaje de desperdicios.

Productividad: un factor que aumenta productividad se basa en establecer sistemas de incentivos y fijar programas de capacitación para los empleados, no solo para desarrollar las actividades correspondientes, si no para agudizar su capacidad de solución de problemas, evaluar causas, analizar alternativas y tomar decisiones (González, 2011). A los microempresarios no les gusta invertir en la capacitación de su personal de trabajo, pues piensan que, en vez de aumentar productividad, al adquirir habilidades su valor es mayor y los trabajadores optan por desarrollarse en entornos más competitivos, abandonando a las pequeñas empresas. Otro factor de productividad es el equipo y herramienta insuficiente con que cuentan las MIPYMES. Los métodos de producción no racionales, ineficiente distribución de tareas e inadecuado balance en los procesos también conducen a la baja eficiencia.

Calidad: actualmente la calidad de las empresas constructoras está normada y se refleja en la certificación ISO 9000, la cual es empleada solo por empresas grandes y algunas pocas medianas, las micro y pequeñas empresas carecen de estos estándares por la inversión que significan. Sin embargo, se pueden tomar y aplicar sus conceptos base a menor escala. Estas normas nos ayudan a ganar mayor

confianza del cliente en nuestra obra terminada, confiando en que los materiales y procesos constructivos cumplen los estándares de una norma oficial. Lo cual no puede ofrecer un albañil, que fue recomendado por otra persona. Lo cual es un gran punto a favor para asegurar clientes. La calidad implica cambios en los valores, educación, formación y cultura de toda la empresa, cuando todos los integrantes no están comprometidos al 100%, entonces no puede funcionar.

Tecnología: para lograr la productividad de las PYMES necesitan innovación constante, ya sea en materiales, maquinaria, equipos de oficina, programas computacionales o en nuevos procedimientos, sistemas y métodos que nos ayudan al proceso de construcción. Para contar con esta información es conveniente permanecer en contacto con universidades, institutos y organizaciones líderes en innovación (González, 2011). Es importante que los empresarios no se dejen envolver por la publicidad o capacidad de convencimiento de los vendedores de tecnologías, porque usualmente adquieren productos que no les son funcionales, no indagan en lo usado por otras empresas, en las ofertas del mercado, no valoran su productividad, necesidades o las herramientas que poseen en el momento. Muchas veces la adquisición no es la correcta, resultando ineficiente o de poca utilización, culminando en una inversión fallida.

Según el informe apoyado por el Observatorio PYME en 2003, los principales factores internos que limitan a los empresarios es la insuficiencia organizativa y la capacidad productiva, seguida de la baja calidad y falta de presencia en los mercados (Guaipatín, 2003).

2.3 Opinión de responsables de obra.

Se realizó una encuesta de apoyo, con el fin de complementar la consideración de los puntos débiles correspondientes a la metodología de planeación de obra utilizada actualmente por las PYMES constructoras en México.

Encuesta de opinión.

Universo: 17 personas, todos profesionales de la construcción.

Inicialmente se preguntó sobre el tipo de empresa en la que laboran los encuestados, para asegurar que los resultados pertenezcan al campo de las PYMES. Resultando mayoría los empleados de pequeñas empresas (11-50 personas), los datos se presentan en la siguiente figura 9.

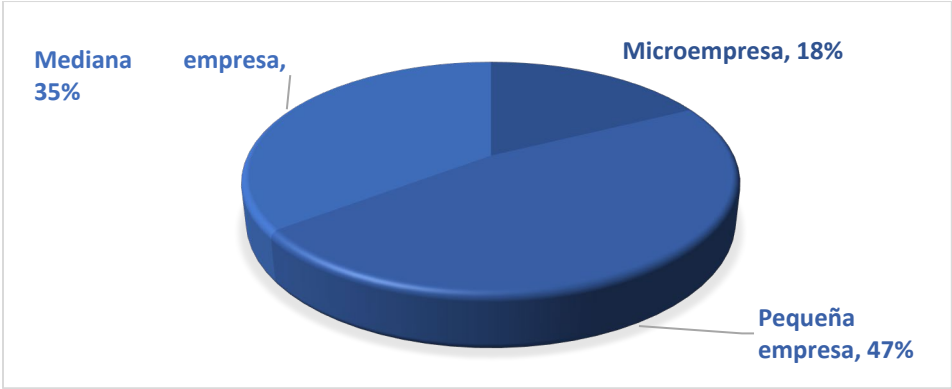


Figura 9. Tipo de empresa. Fuente: Elaboración propia.

Se logró incluir personal de todas las áreas que pueden estar involucrados en el proyecto, como son: planeación, costos, residentes, supervisores, gerencia e incluso calidad (figura 10), diferentes puntos de vista para que el resultado sea integrado e imparcial.

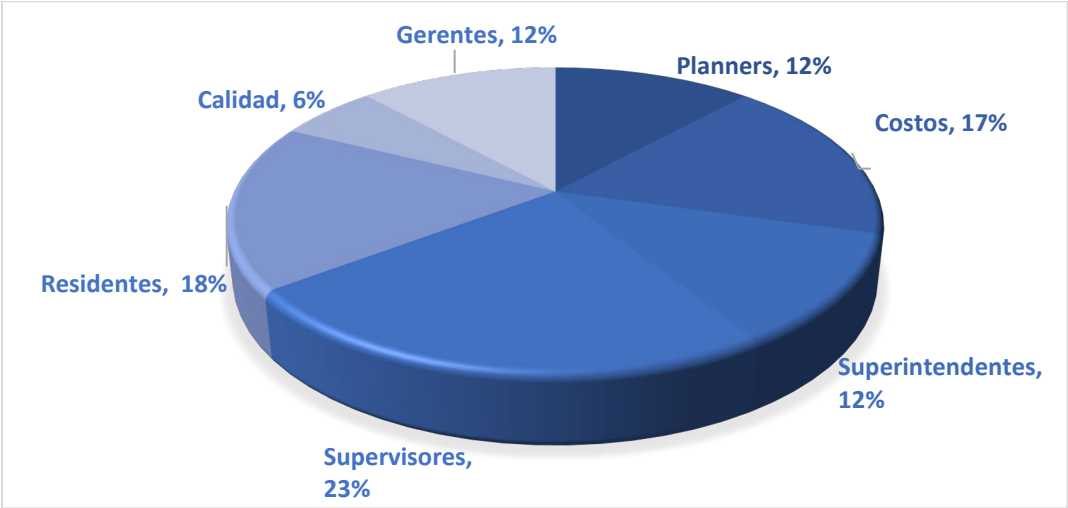


Figura 10. Área de desempeño. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11, se representa como consideran los encuestados que ha sido su experiencia en la planeación de obra. En esta respuesta se reportó el uso de

metodologías clásicas como diagramas de flujo y Gantt en su mayoría, ruta crítica, algunos comentan que solo registran semanalmente el avance real obtenido, otros se basan en el rendimiento que les proporciona el maestro de obra o a experiencia propia. Es inconcebible que en una respuesta se reportó no tener planeación alguna, solo teniendo la fecha de término se empieza a trabajar y se destinan recursos al máximo para cumplir con dicha entrega.

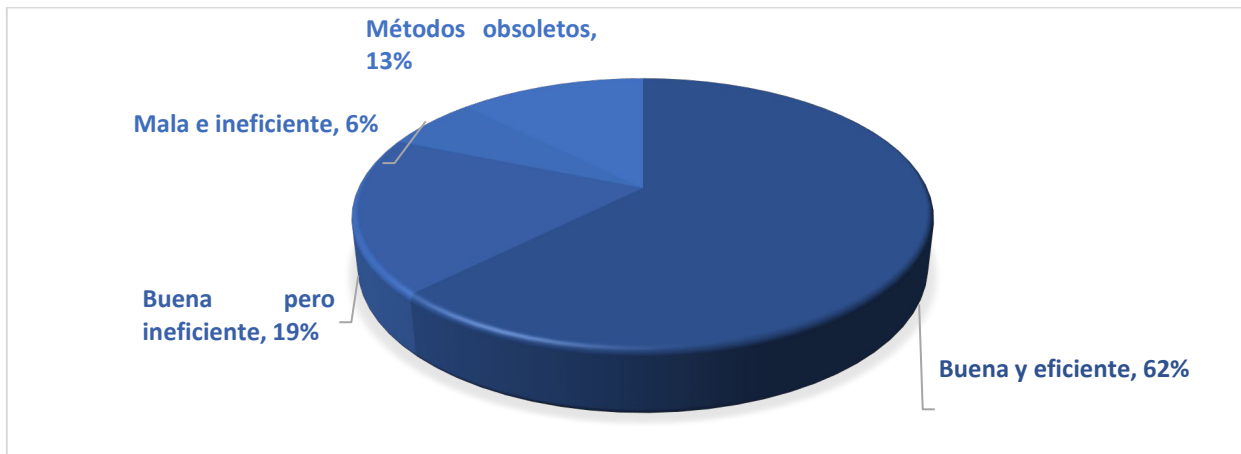


Figura 11. *Experiencia en planeación.* Fuente: Elaboración propia.

La figura 12 hace alusión a los tipos de software que se usan como apoyo para la planeación de obra, se demuestra que la mayoría de los encuestados no hacen uso de ningún tipo de software.

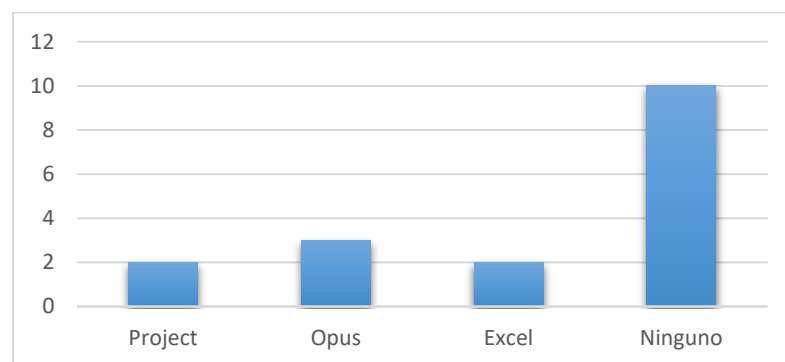


Figura 12. *Uso de software en la planeación de obra.* Fuente: Elaboración propia.

En la figura 13 se exponen los beneficios y deficiencias más importantes que consideran los encuestados, según su experiencia actual en la planificación de obra, tomando en cuenta los métodos y software antes mencionados.

Beneficios	Deficiencias
<ul style="list-style-type: none"> •Facil entendimiento •Accesibilidad •Facil programacion y manejo •Control de indirectos •Cuantificacion de recursos necesarios 	<ul style="list-style-type: none"> •Obsoleto •Informacion insuficiente •Comprensión de gerencia pero de trabajadores en obra no •Tiempos que siempre se modifican •Pocos resultados •Poca fiabilidad - credibilidad •Estimacion a groso modo •Programas lineales

Figura 13. Beneficios y deficiencias en la planeación de obra. Fuente: Elaboración propia.

Los encuestados opinan que el éxito de la planeación no depende únicamente de si la constructora es PYME o no, es decir del tamaño, sino de los factores que se enlistan en la siguiente figura 14. Mencionan que el éxito depende principalmente del líder de planeación y del seguimiento que se le da a los cronogramas durante todo el tiempo de dura la ejecución del proyecto.

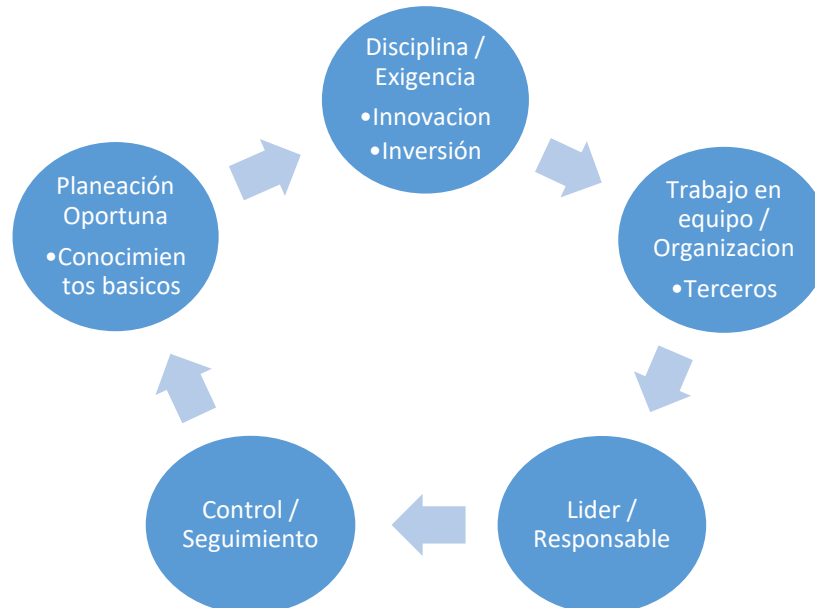


Figura 14. Factores de éxito en la planeación de obra. Fuente: Elaboración propia.

Como responsables de obra se solicitó mencionar los errores que personalmente más han cometido en la planificación, y los que más afectan el programa del

proyecto. Los encuestados colocaron en primer lugar el uso de rendimientos equivocados, no considerar el clima, y falta de estrategia para resolver contratiempos. En la figura 15 se muestran otros errores que bien podrían evitarse aplicando el SLP.

Errores comunes	Errores no tan comunes	Errores extras
<ul style="list-style-type: none"> • Rendimientos equivocados • No considerar clima • Falta de estrategia para resolver contratiempos • Ejecucion sin planeacion previa • Plazos insuficientes • Falta de compromiso <ul style="list-style-type: none"> • Proveedores • Personal 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de capacitacion • Poca innovacion • No conocer procesos constructivos • Sin liderazgo • No hay continuidad en actividades • Mala organización • Mala comunicación • Mala administración <ul style="list-style-type: none"> • Retraso en pagos • Tiempo de trámites 	<ul style="list-style-type: none"> • Alcances indefinidos • No hay trabajo en equipo • No hay seguimiento • Mala cuantificación • Compras innecesarias

Figura 15. Errores más comunes en la planeación de obra. Fuente: Elaboración propia.

Usualmente los involucrados en obra saben que medidas acatar para mejorar la planificación, sin embargo, no se aplican porque no existe la disciplina de planear antes de ejecutar. El la figura 16 se mencionan que medidas consideran más importantes llevar a cabo para una mejor planeación de obra.

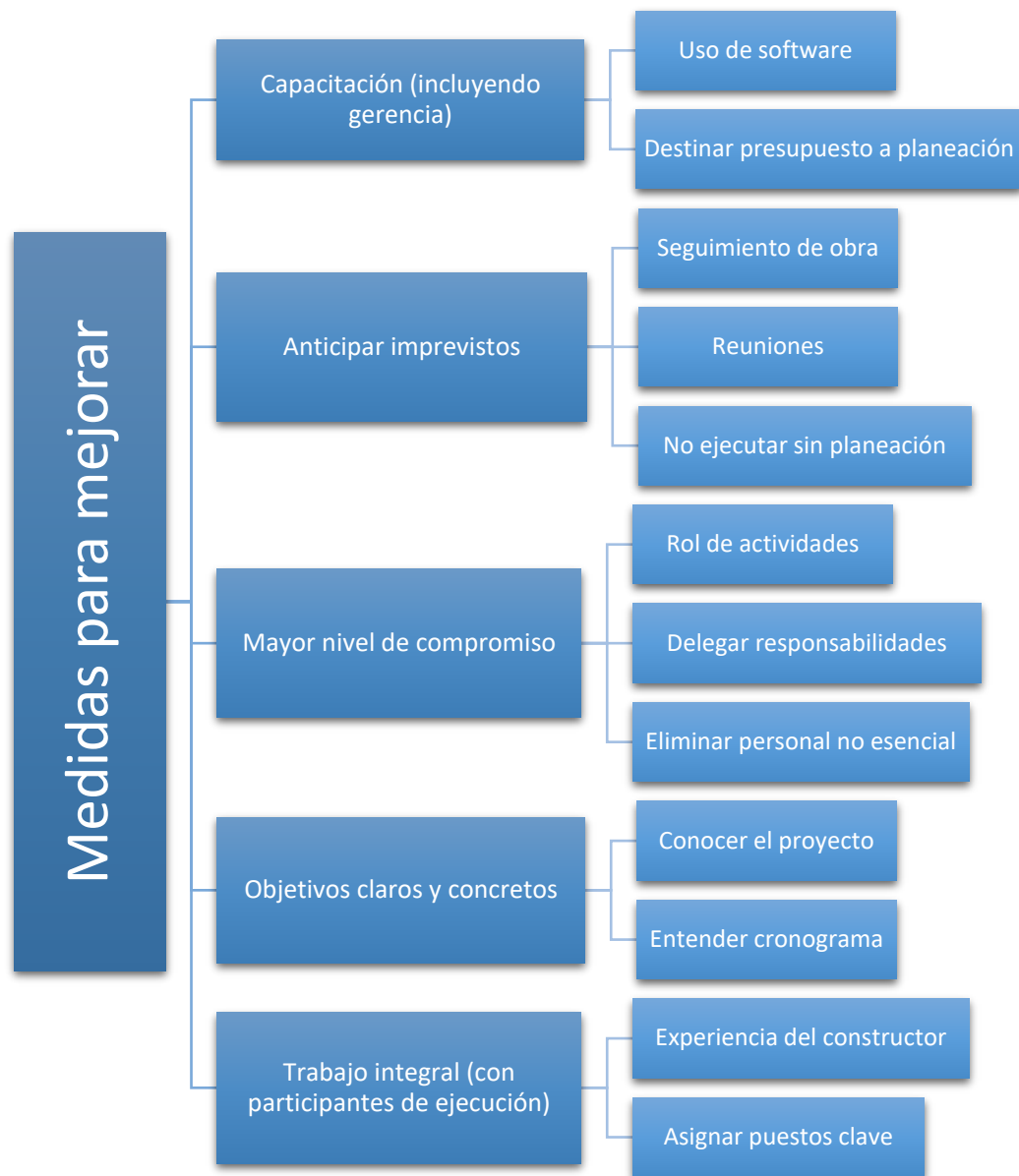


Figura 16. Medidas para mejorar la planeación de obra. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 17 se ilustra cómo el 88% de los encuestados NO recibe capacitación formal relacionada a la planeación por parte de la empresa en que labora. Mientras que el porcentaje mínimo restante ha recibido capacitación en temas como administración de proyectos y comunicación empresarial. Se puede decir que todo este porcentaje representativo trabaja con conocimientos básicos obtenidos de observar el trabajo de otros y por experiencia propia a lo largo de mucho tiempo.

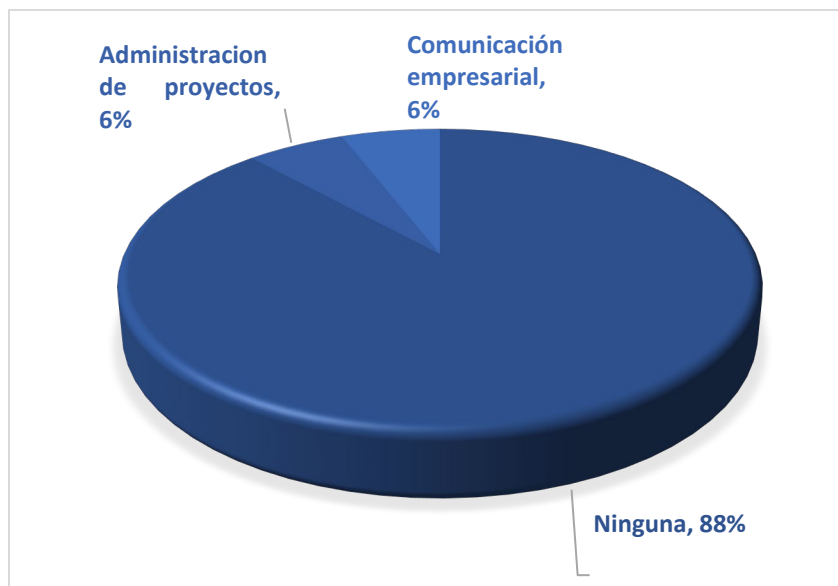


Figura 17. *Capacitación laboral formal.* Fuente: Elaboración propia.

Con la finalidad de sondear más a fondo el tema, se preguntó acerca de los conocimientos relacionados al Sistema *Last Planner*. La figura 18 muestra que el 88% de los encuestados tienen nulos conocimientos del sistema, el 6% ha escuchado hablar del tema, pero jamás lo han aplicado y el 6% restante presume de haber aplicado el método satisfactoriamente, mencionando que lo más útil han sido las reuniones constantes pues ayudan a monitorear el estado de la obra y tomar mejores decisiones que convengan al progreso del proyecto.

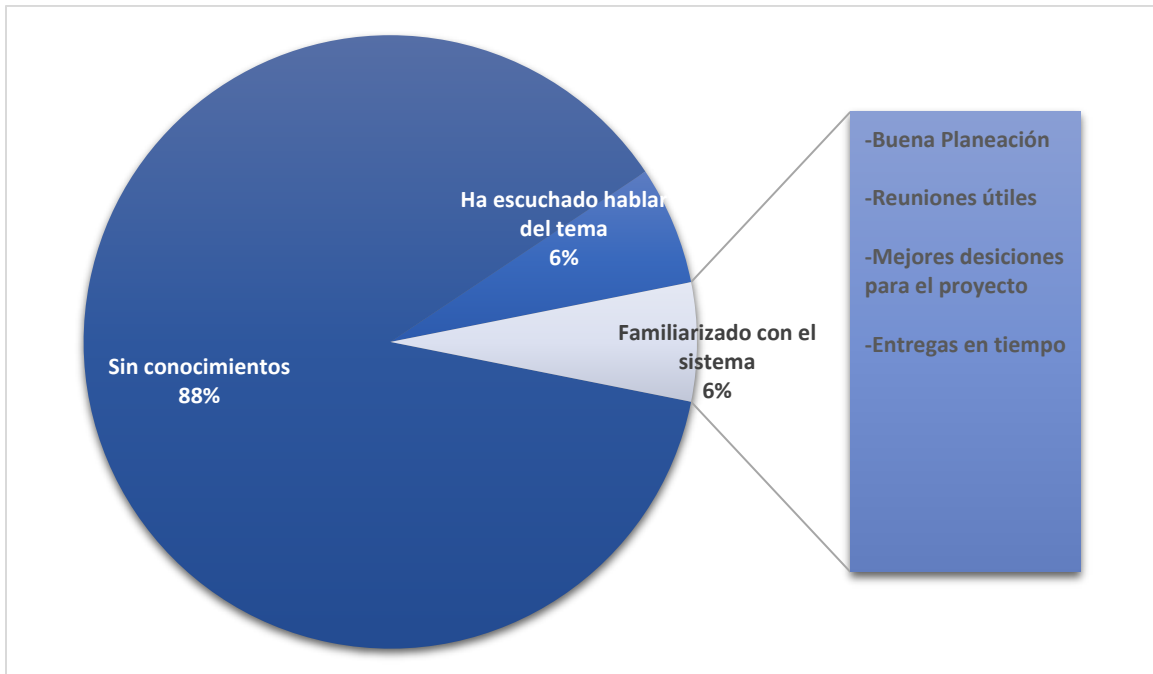


Figura 18. *Conocimientos del Sistema Last Planner.* Fuente: Elaboración propia.

Al final de la encuesta se inquirió sobre la disponibilidad para aplicar nuevos métodos de planeación de obra, y la respuesta fue 100% positiva. Todos los encuestados están dispuestos adquirir conocimientos sobre nuevas metodologías que garanticen progreso factible y en poco tiempo.

Este apartado nos muestra el estado real en que actualmente laboramos y los puntos en que especialmente deberíamos enfocar nuestra atención para mejorar. Toda esta información justifica la necesidad de introducir innovación a nuestros métodos de planificación para incrementar la productividad de las PYMES, requisitos que cumple la Filosofía *Lean* y el Sistema *Last Planner*, expuestos en el siguiente Capítulo 3.

CAPÍTULO 3. SISTEMA LAST PLANNER

A medida que el campo de la tecnología evoluciona, los beneficiarios nos hemos vuelto más exigentes en cada producto que ofrece el mercado. Especialmente la industria de la construcción ha pasado por momentos difíciles al ser considerada tediosa y con gran necesidad de capital, los clientes exigen cada vez más proyectos en menor tiempo, a menor costo y con mayor calidad. Atendiendo estos requerimientos se han desarrollado métodos de gestión especialmente dirigidos a las constructoras, un claro ejemplo es el Sistema *Last Planner*, que utilizando las bases de la filosofía *Lean Construction* ha desarrollado el mecanismo ideal capaz de cumplir con la productividad y eficiencia que se demandan.

Este capítulo recopila la metodología del sistema y nos menciona los beneficios reales que otros países alrededor del mundo han obtenido desde que han implementado esta innovación.

3.1 Metodología *Last Planner*

El doctor Herman Glenn Ballard (2002) basándose en la filosofía *Lean Construction*, desarrolla el Sistema *Last Planner* (LPS) como una herramienta de planeación y control para aumentar la confiabilidad en la planificación, elevar el rendimiento de la producción y mejorar el flujo de trabajo en las operaciones de diseño y construcción (Ballard y Howell, 2007). Su metodología toma como base el plan maestro (*Pull Planning*) sobre el cual divide y estructura las actividades, asignándolas a grupos de trabajo que generen compromisos responsables (*Lookahead Planning*), creando un plan de avance con la secuencia de cada actividad para mantener un flujo de trabajo y control a través de un control semanal (*Weekly Work Plan*).

El Sistema *Last Planner* no es una metodología que compita con los métodos de redes y camino crítico, si no que los complementa y enriquece, aportando variabilidad y flujos de trabajo. El planear facilita prevenir imprevistos, localizar el origen de los problemas, tomar decisiones oportunas y ejecutarlas a tiempo, fomentando el mejoramiento e incremento de productividad. Esta metodología está

especialmente diseñada para mejorar el control de la incertidumbre de los proyectos, aumentando la confiabilidad de los planes.

El proceso inicia analizando y ajustando el Plan Maestro donde se encuentran las principales fechas del proyecto, el resultado será el llamado *Pull Planning*. Es necesario organizar una reunión con los responsables de cada área de trabajo, eso incluye personal de la empresa, administrador, diseñadores, departamento de costos, jefes, residentes y responsables de obra, contratistas e incluso personal de instalaciones especiales. Estas personas nos ayudan a elaborar un cronograma detallado de cada fase del proyecto, con suposiciones justificadas, tomando como base información real, periodos de tiempo ajustados al rendimiento verdadero del personal que lo ejecutará, considerando sus capacidades y habilidades, éstas son las personas que tienen la última palabra al ejecutar, de allí el nombre de *Sistema del Último Planeador (Last Planner System, en inglés)*. Al estar todos presentes, conociendo cada parte del proyecto y las actividades a desarrollar, se plantean estrategias constructivas donde todos participan y se desarrolla un proyecto integrado, se obtienen puntos de vista distintos, externan sus dudas, buscan soluciones integrales y lo más importante son los compromisos que toman. Esta actividad los hace sentir parte importante del proyecto y tienen presentes las consecuencias de no llevar a cabo sus actividades en tiempo y forma. Se emplea la programación inversa, es decir, se comienza a programar desde la fecha final de entrega, hasta llegar a la fecha de inicio.

El manejar un grupo numeroso de personas puede resultar un tanto difícil y talvez culmine en una situación fuera de control, por eso es necesario nombrar un líder/moderador que se encargará de coordinar la reunión y aprovechar al máximo la participación de cada miembro.

La planeación *Lookahead* o planificación intermedia abarca de 4 y hasta 12 semanas, dependiendo de la magnitud y dificultad de la obra, de la confiabilidad del sistema de planificación y de los tiempos de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria (Alarcón y Pellicer, 2009). Durante este periodo, que comúnmente suele ser de 6 semanas, las actividades

son exploradas a mayor detalle desarrollando procesos y operaciones concretas de ejecución, determinando subtareas, prerequisites de trabajo y recursos necesarios para su ejecución, las cuales se conocen como *restricciones*. Una vez identificadas las restricciones, pasan por un periodo de análisis que se divide en dos partes:

Revisión: de acuerdo con el avance de las tareas, se determina que restricciones se pueden eliminar incluso antes del comienzo programado de la actividad correspondiente y cuáles aún están pendientes de eliminar, algunas restricciones pueden ser adelantadas o retrasadas de acuerdo con el plan maestro. Esta etapa del sistema asegura el continuo flujo de trabajo, previendo que cada requisito esté cubierto al 100% y llegado el momento de la ejecución de la actividad no exista impedimento para cumplirla. La revisión de restricciones se repite en cada ciclo de planificación, es un proceso continuo cada que se incorporan y actualizan datos.

Preparación: se toman acciones necesarias para eliminar las restricciones aún pendientes. Se determina quién es el último involucrado en eliminar la restricción y cuál es el tiempo probable de respuesta para que pueda comenzar la próxima actividad. Si dicho tiempo es muy largo puede ser necesario asignar recursos adicionales para acortarlo, en caso de aún sobrepasar las semanas de la planificación intermedia entonces la actividad no se incluye en dicha planificación (Alarcón y Pellicer, 2009).

Las tareas que se pueden realizar después de analizadas y eliminadas sus respectivas restricciones reciben el nombre de *asignaciones* (Botero y Álvarez, 2005). Para completarlas con prontitud es necesaria la comunicación con el personal involucrado y pedir certeza sobre sus necesidades y capacidades, ya que los imprevistos siempre pueden presentarse. Este es el punto donde se asignan responsabilidades y se generan compromisos.

De la planificación intermedia se obtiene un Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE), es decir, las asignaciones para realizar la semana siguiente e incluso para planes de semanas posteriores, lo cual sería ideal para cualquier planificador pues se tienen actividades disponibles para realizar en cualquier momento.

El control de flujo de trabajo se lleva a cabo mediante un Plan de Trabajo Semanal (*Weekly Work Plan*) que se obtiene de una reunión breve, un día determinado de la semana, con los principales responsables/supervisores de cada equipo de trabajo involucrado en las asignaciones de la semana en cuestión. Este día cada equipo actualiza su avance, externa dudas o complicaciones y notifica las actividades que no se puedan realizar o las realizadas antes de tiempo. En este último caso se pueden tomar asignaciones del Inventario de Trabajo Ejecutable, para evitar tiempos muertos de mano de obra, o la ejecución de actividades al azar que se salgan de la secuencia de trabajo y que además generen trabajos más costosos o de mayor dificultad (Alarcón y Pellicer, 2009). Es necesario documentar las razones del por qué no se cumplen las asignaciones, qué errores se cometen y sus causas, esto proveerá una retroalimentación, se aprende de las equivocaciones para no cometerlas nuevamente y se implementan mejoras para aumentar la eficiencia.

El Porcentaje de Asignaciones Completadas (PAC) o también denominado en otras bibliografías como Porcentaje de Plan Completado (PPC) es la manera de medir el desempeño de la planificación, y se obtiene del número de asignaciones totalmente completadas entre las actividades planificadas. Un buen desempeño corresponde a más del 80% y un desempeño pobre está por debajo del 60%. Los equipos con experiencia en el sistema y altos estándares de calidad se mantienen por encima del 85% (Howell, 2002). De esta manera, el PAC evalúa hasta qué punto el Sistema *Last Planner* fue capaz de anticiparse al trabajo que se haría en la semana siguiente; es decir, compara el plan de trabajo propuesto con lo que realmente se hace, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación (Botero y Álvarez, 2005). El PAC se evalúa semanalmente y al final de la planeación intermedia se obtiene un valor promedio de todos los resultados obtenidos.

Adicionalmente, el sistema propone realizar una reunión diaria a pie de obra (*Stand up Meeting*) con los encargados de los contratistas para confirmar que no existan restricciones de última hora, de ser así resolverlas lo más pronto posible.

Ballard nos muestra la real transformación entre lo que debería ser hecho y lo que puede ser hecho (Figura 19), así se definen los trabajos semanalmente que en realidad se harán y tener un control de lo hecho.



Figura 19. Diagrama de posibilidad de actividades. Fuente: Elaboración propia con datos de (Nieto, Ruz y Nieto, 2009)

El buen funcionamiento de un sistema de planificación y control de producción como el descrito depende no sólo del sistema en sí, si no del logro de compromisos confiables con la planificación. Este aspecto humano de la planificación es probablemente el responsable por más del 50% de las mejoras que puedan obtenerse por el uso de este sistema. Los involucrados en el proceso de planificación adquieren la obligación de cumplir con las actividades y acciones que les han sido asignadas (Alarcón y Pellicer, 2009).

3.2 Lean Construction en el mundo.

Juan Felipe Pons (2014) expone que la implantación del nuevo modelo productivo está siendo desigual según sectores y áreas geográficas, sin embargo ya es un hecho su esparcimiento a nivel global. En la construcción, los cambios van despacio, pero se están produciendo grandes avances principalmente en EUA y su aplicación está creciendo rápidamente por todo el mundo. Los llamados países nórdicos y de cultura anglosajona han observado el desarrollo *Lean Construction* desde sus inicios, mientras que, en América Latina, ya es notable el interés en países como Chile, Brasil y Perú.

Estados Unidos de América

Estados Unidos de América (EUA) siempre ha sido un país muy competitivo y gran desarrollador de manufactura, al percatarse de la eficiencia obtenida en las fábricas automotrices japonesas gracias a una llamada filosofía sin pérdidas, no desaprovechó la oportunidad de aplicar esta nueva forma de trabajo, pasar de un método tradicional que su principal obstáculo era el individualismo, a la mejoría que representa el trabajo en equipo. El país norteamericano, actual líder en desarrollo y potencia mundial, ha seguido el ejemplo de la filosofía *Lean* desde sus principios, adaptándola según sus necesidades a diferentes industrias, por supuesto aplicarla al campo de la construcción no podía ser la excepción.

EUA no ha perdido la constancia en cuando a investigación y capacitación de sus profesionales se refiere. Durante la Conferencia Anual del Grupo Internacional de Lean Construction (2018) se presentó un documento que ayuda a comprender el impacto de la eliminación de restricciones. Se propone cuantificar la información necesaria (bits) para la eliminación de restricciones, medir la eficiencia de transmisión de información en las juntas y se establece una guía para mejorar la efectividad de las juntas de planeación, todo esto para garantizar la fiabilidad del plan de trabajo.

Utilizando la teoría de la información y basándose en un estudio de caso, este documento mostró cómo los gerentes de proyecto pueden mejorar su efectividad en las reuniones semanales al priorizar la lista de la agenda de la reunión y garantizar que se eliminen las restricciones más importantes. Los resultados de este documento mostraron que las reuniones de planificación semanales funcionan mejor para resolver problemas relacionados con la secuencia, mientras que otros tipos de reuniones pueden ser necesarios para asuntos más técnicos. Las restricciones que se abordan en reuniones semanales generalmente tienen un impacto rápido y directo en el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) de la semana siguiente. La calidad y eficacia de la comunicación sobre un tema no se deriva necesariamente del volumen de información.

Teniendo un caso de estudio, se reporta que la “preparación de los requisitos previos” es la restricción más importante para discutir y contribuye a un 24% de la información de valor para aumentar el PAC. Los requisitos previos también aumentan la eficiencia de transmisión de información un 36%, casi el doble de eficiencia promedio de transmisión de información de las otras restricciones.

Los autores creen que la comunicación sobre las restricciones, y el seguimiento posterior de estas, serían mucho más eficaz si las restricciones se abordaran y clasificaran directamente en el plan de trabajo durante las reuniones iniciales de planificación. En alguna investigación futura puede considerar una gama más amplia de restricciones e incluir sus impactos en el rendimiento del cronograma. E incluso ajustar discusiones a múltiples restricciones y considerar el intercambio de información entre ellas y proponer métodos más avanzados para priorizar las discusiones de eliminación de restricciones, haciendo cada vez más completo el método (Javanmardi, Abbasian-Hosseini, Hsiang y Liu, 2018).

Noruega

El sistema *Last Planner* (SLP) parece haber entrado en la industria noruega a mediados de 2000, teniendo el predominio dos grandes empresas contratistas: Veidekke Entreprenor y Skanska Norway, las cuales lo han integrado proactivamente como parte de sus sistemas de planificación y control de proyectos.

Las estrategias ocupadas por estas empresas son similares, se apegan bastante a la prescripción teórica esperada del SLP; los empleados reciben capacitación central, soporte específico en cada proyecto durante la ejecución, planificación maestra e intermedia, compromisos, planeación semanal y diaria, seguimiento del progreso y aprendizaje.

La empresa Veidekke tiene una estructura de reunión especial que consiste en 4 reuniones de progreso a la semana. (1) Mano de obra y subcontratistas elaboran su plan de trabajo semanal; (2) capataces y subcontratistas hacen la planeación intermedia de 2-4 semanas; (3) el residente y el gerente de proyecto discuten la planeación intermedia de 5-9 semanas y (4) todos los subcontratistas y capataces

analizan el avance semanal para obtener el PAC y planear el trabajo de la siguiente semana. Para preparar el trabajo, cada actividad tiene siete pre-requisitos o restricciones y una columna de SI/NO, solo cuando todas las restricciones son cumplidas (SI) entonces esas actividades pueden estar incluidas en el Plan de Trabajo Semanal. Los requisitos pendientes se asignan a un responsable y deben completarse antes del viernes de dicha semana. Las actividades incompletas en la revisión del PAC se trasladan a la próxima semana como parte del Inventario de Trabajo Ejecutable.

Mientras que la empresa Skanska tiene solo dos reuniones de progreso semanales. (1) Con los participantes de todos los oficios y (2) para que los capataces coordinen. Además, tienen una sesión informativa diaria, donde cada equipo repasa sus próximas tareas diarias, coordina con otros oficios, verifica entrega de materiales, etc. El progreso del cronograma de diseño se revisa a fondo como parte del proceso semanal. De ser necesario se agregan reuniones extras de progreso y, a menudo, también reuniones de coordinación de diseño para la gerencia interna. La mayoría de los proyectos Skanska planifica sus actividades en sitio, en función de la ubicación de sus reuniones de *Pull Planning* como parte del sistema *Last Planner*.

El SLP está fuera del área de confort de varios participantes, especialmente de los subcontratistas, si comparamos con las prácticas tradicionales. Muchos están acostumbrados a un horario solo para trabajar en sus asignaciones y no relacionarse con otras fases del proyecto. Existe un desafío de gestión de acuerdo a las jerarquías, por ejemplo, un gerente que mira de 2 a 4 semanas adelante puede alterar la capacidad de un capataz que está acostumbrado a mirar solo una semana adelante sin coordinar (Ravi, Lædre, Fosse, Vaidyanathan, y Svalestuen 2018).

Colombia

Un grupo de 7 empresas constructoras implementaron el sistema *Last Planner* durante el 2003 en 12 obras representativas para construcción de vivienda, estas empresas tienen participación importante en el mercado inmobiliario en la ciudad de Medellín y algunas de ellas nacional e internacionalmente.

El PAC promedio general de Medellín resultó de 75.5%. Aunque este valor se encuentra por debajo de lo considerado como bueno, se produjeron desempeños individuales que están por encima del 80%. Incluso dos obras alcanzaron un promedio superior al 85%, lo cual puede calificarse como muy bueno. Las obras restantes con desempeños inferiores, muestran grandes oportunidades para el mejoramiento en su sistema de planificación.

Dentro de las causas de no cumplimiento se encontraron dos principalmente: problemas con subcontratista y actividades previas, representando un 43.75% y las cuales son controlables por la administración de la obra. Una buena gestión garantiza un cumplimiento más cercano del compromiso. Por otro lado, las causas correspondientes al 56.25% se relacionan con: problemas con proveedores, mal tiempo, cambios de diseño, etc. Dichas causas no son controlables y son parte característica del riesgo de la construcción.

En medida que se avanzaba con la implementación del nuevo sistema, la confiabilidad aumentaba, lo cual rebaja la incertidumbre en la planeación. El estudio realizado muestra un incremento en lo planificado desde el 65% en la primera semana de implementación hasta el 85% en la semana 25 (Botero y Álvarez, 2005).

Santiago de Chile

En una investigación realizada por el Centro de Excelencia en Gestión de Producción de la Universidad Católica de Chile se observó el impacto de la implementación del sistema *Last Planner* en proyectos de ingeniería y construcción de 8 empresas, en un periodo de enero del 2001 a septiembre de 2003.

Antes de su implementación el cumplimiento de la planificación en algunos proyectos era menor de 50%, al introducir conceptos básicos de la filosofía se registraron evoluciones positivas del PAC promedio llegando hasta un 71% arriba en 2003. Un caso especial ocurre en noviembre de 2002 cuando alcanzan un PAC de 95%, esto indica que la industria chilena de la construcción aún tiene mucho potencial de mejora que ofrecer.

Entre las mejoras obtenidas se mencionan: la sistematización les proporciona una sensación de mejor control del proyecto, mayor implicación de mandos intermedios, mayor compromiso con la planificación, disminución de imprevistos y pedidos urgentes, percepción de mayor productividad y menores plazos de ejecución de las obras (Alarcón y Pellicer, 2009).

España

Durante 1998 y 2007 se vivió un periodo de gran crecimiento en la industria de la construcción española, el cual favoreció la obtención de financiaciones haciéndolas fáciles y baratas tanto para las empresas promotoras como para los compradores. Si una constructora no era productiva o sufría una mala gestión, era fácil absorber y ocultar los sobrecostos del proyecto con más financiación o elevación de precios. Bajo estos términos, los métodos de innovación y aplicación de nuevos modelos productivos como *Lean Construction* no resultaban necesarios para hacer crecer el sector, por lo tanto, no se despertó ningún interés por adoptar el método. Ahora tenemos la necesidad y al mismo tiempo la oportunidad de recuperar tanto el tiempo perdido en la falta de inversión en innovación como la confianza de los clientes y propietarios (Pons, 2014).

Es contradictorio pensar que existen muy poderosas empresas constructoras españolas ejecutando obras en el mercado internacional, y que aún se encuentren en una fase inicial de aplicación del método Lean, está claro que tienen mucho potencial y que su interés es enorme. En 2010 crearon el Grupo Español de Lean Construction que establece una red de contacto entre académicos, investigadores, empresas y profesionales del sector interesados en esta filosofía, su intención es compartir conocimiento y experiencia entre todos los países de habla hispana. Entre las principales conclusiones obtenidas de su reunión anual se mencionan tres puntos importantes: el éxito obtenido en las facetas de *Last Planner* y de Modelado de la Información en la Construcción (BIM). La necesidad de divulgar contribuciones de éxito como artículos y libros, haciéndolas accesibles para todos en una página web. Incitan a continuar con jornadas de formación por todo el territorio español (Pellicer, 2015).

A nivel escolar, el tema *Lean Construction* se dicta en la licenciatura y en maestrías de varias universidades a nivel mundial, entre ellas universidades españolas como la Universidad Politécnica de Valencia. Si bien otorgan certificaciones de aprobación o de participación, estos cursos y talleres se diseñan sin tener una estructura curricular común, cada institución incluye lo que estima pertinente. Cada vez es más creciente la necesidad de una certificación profesional y una regulación, es por esto que España desea aportar una inclusión en la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) que sirva como estándar internacional de una norma certificable en construcción (Soler, 2012).

La certificación en la ISO 21500 será una alternativa importante para los profesionales que pretendan ejercer como DIPE o como un gestor del sector construcción en general, lo que podría incluir a los especialistas en *Lean Construction* (Brioso, 2015).

Irlanda

Power y Taylor (2019) realizaron un examen a dos proyectos en Dublín, en los que se aplicó el sistema *Last Planner*, obteniendo valores por separado de cada área de trabajo. Los datos obtenidos en PAC y las razones de no cumplimiento fueron reunidas semanalmente de ambos proyectos, el periodo de tiempo estudiado fue de 69 semanas del proyecto A y 58 semanas del proyecto B.

En promedio el proyecto A obtuvo un Porcentaje de Actividades Completadas de 87.5, mientras que el proyecto B obtuvo un 82.3, muy buenos porcentajes de desempeño. Ambos proyectos indican que las principales razones de no cumplimiento fueron: la coordinación de horarios, disponibilidad de recursos y los trabajos previos pertenecientes a otro responsable, entre otras que se explican a continuación:

Tiempo requerido y compromisos: falta de tiempo de la gestión para planear adecuadamente las tareas semanales. Falta capacitación y dedicación para la gestión de *Last Planner*.

Demoras de planes semanales por parte de contratistas: se necesita una coordinación mucho mejor cuando los contratistas exceden su tiempo, y los gestores quedan con poco tiempo para coordinar la planeación.

Disponibilidad de especialistas: la región experimenta un auge en la construcción de la industria farmacéutica, así que acaparan a la mayoría de los recursos especializados.

No se hace uso de todas las funciones de *Last Planner*: inconsistencia en la implementación del sistema. El proyecto B experimento muchos problemas dados a su tamaño y complejidad.

Problemas de diseño: diseños incompletos condujeron a retrasos en la eliminación de restricciones. El retraso de las asignaciones significó una falta de participación en la planeación temprana, programación y coordinación de decisiones de diseño.

Así es como los irlandeses recomiendan implementar la cultura de contratar especialistas en Lean Construction e implantar nuevas estrategias de contratación como el Formulario de Acuerdo Integrado (IFOA) para fomentar un uso más generalizado de las prácticas de trabajo colaborativo. Esto ayudaría a eliminar el enfoque aislado entre las partes del proyecto hacia la implementación del sistema *Last Planner* e incorporar una mentalidad de *project-first* que alinea los objetivos compartidos del equipo con los resultados valorados por el cliente (Power y Taylor, 2019).

India

Durante la Conferencia Anual del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) (Chennai India, 2018), se presentó un artículo sobre los enfoques indios hacia la aplicación del sistema *Last Planner*, donde se expone que las compañías indias usan dicho sistema como una técnica de solución a sus problemas una vez que el proyecto ya está en marcha.

A partir de dos casos de estudio y algunas entrevistas se dedujo una metodología típica de aplicación actual del SLP: la necesidad de su uso se da meses después

del inicio de obra, cuando los problemas han retrasado el calendario y hay presión de encaminar nuevamente el proyecto, es entonces cuando se contrata un especialista *Lean* externo. Este especialista presenta el SLP, realiza observaciones de la situación actual, informa de la situación y crea un plan de intervención a futuro para la alta gerencia.

La iniciativa comienza capacitando al personal con talleres y simulaciones, luego el especialista establece expectativas a futuro con cronogramas, tiempos de ejecución, planeación intermedia y semanal, se discuten razones de demora y no cumplimiento, se obtiene el PAC, las posibles mejoras y añaden las reuniones a pie de obra. Hacen énfasis en que las cuadrillas no se centren solo en su carga de trabajo, sino en hacerlo de la mejor manera para la actividad posterior garantizando un flujo de trabajo adecuado.

Dado a que el sistema se aplica mientras el proyecto está en marcha no hay demasiado tiempo para planear, esto ha creado presión en los participantes para mejorar sus habilidades, por ejemplo: expresarse claramente sobre lo que necesitan unos de otros, formular tareas bien descritas, coincidir la carga de trabajo con la mano de obra necesaria, etc. Sin embargo, con el tiempo se ha observado un incremento en la fiabilidad del cronograma y eficiencia en los equipos de ejecución.

Dentro de la organización se presenta un detalle cuando los contratistas son los que contratan a un especialista *Lean*, pues el cliente puede no respaldarlo y no comprender la necesidad de cumplir la planificación. Comúnmente los clientes desean tener libertad de hacer cambios hasta el final del proyecto y no tienen la conciencia de un proceso eficiente.

El mayor desafío indio es sociocultural, el sistema educativo de la India enseña a los estudiantes desde pequeños a respetar a sus mayores sin hacer preguntas, existe una jerarquía social, y en obra encuentran difícil decir “no” a solicitudes poco realistas que provengan de sus gerentes. Por lo cual, se ven obligados a hacer compromisos que satisfagan las necesidades de sus superiores, independientemente de la realidad de la situación del proyecto.

A pesar de los desafíos mencionados también se han obtenido buenos resultados en la implementación del sistema *Last Planner*. Uno de los proyectos redujo el tiempo alrededor de un 40%, mientras que el segundo redujo un 45% en sus obras civiles. El PAC diario aumentó de 40 a 91% y el semanal de 36 a 82%. Esto debido al aumento de conciencia sobre las asignaciones no completadas mediante un riguroso mapeo de las causas de no cumplimiento (Ravi, Lædre, Fosse, Vaidyanathan y Svalestuen, 2018).

El beneficio más significativo fue el reconocimiento del cliente quien notó que la capacidad del contratista para hacer y mantener compromisos había mejorado significativamente en los seis meses posteriores a la adopción de sistema *Last Planner* (Madhusudhanan, 2017).

Hay grandes expectativas sobre los resultados de *Lean* y SLP, sobre lo que puede lograr para los proyectos indios, en términos de volver a encaminar los proyectos retrasados y eliminar los sobrecostos.

Egipto

Egipto, como país en desarrollo, enfrenta muchos problemas en la industria de la construcción, como la falta de datos previos detallados y documentados sobre riesgos y la falta de aceptación de técnicas modernas para minimizar el efecto de los factores de riesgo en los objetivos de los proyectos de construcción.

Se aplicó el sistema *Last Planner* al proyecto de un almacén en una fábrica de harina en la ciudad de El-Minia, durante la etapa de construcción de los túneles de acceso. Esta etapa tenía un tiempo justo para poder pasar a la siguiente etapa del proyecto, según su plan no lo lograrían, pero aplicando SLP su tiempo se redujo en un 15.57% siendo un éxito.

En este proyecto lograron planificar con 3 semanas de anticipación cada Plan de Trabajo Semanal, logrando que su PAC ascendiera de un 77% medido la primera semana, a un 97% en la última semana.

Los motivos de trabajos incompletos al inicio de la aplicación del sistema fueron: baja productividad, trabajadores no calificados, retraso en proveedores de material, errores de diseño, problemas por la burocracia del cliente, toma de decisiones lento, mala calidad de materiales locales, retrabajos debido a un error en ejecución.

Al finalizar la obra los motivos de no cumplimiento fueron: mala calidad de materiales locales, retrabajos debido a un error en ejecución.

Debido a que la obra tenía un tiempo límite de entrega, aplicaron un porcentaje de tiempo excedido esperado, el cual compararon cada 3 semanas con un porcentaje de trabajos no completados. Los resultados obtenidos fue que mediante avanzaba el tiempo estos porcentajes disminuían simultánea y gradualmente de un 16% a 4%. En cada observación los valores de ambos parámetros eran similares, lo que valida que el uso del modelo de cuantificación de tiempo superado es adecuado para evaluar el efecto de usar las técnicas de *Lean Construction* (Issa, 2003).

China

El proceso de investigación se torna complicado cuando se refiere a países donde el idioma representa una gran barrera para encontrar basta y confiable información, sin embargo, los datos siguientes nos dan un panorama general sobre algunas de las dificultades principales que enfrenta la industria de la construcción china con respecto a la implementación de la filosofía *Lean*.

Falta de una filosofía a largo plazo, ausencia de una cultura *Lean* en sus organizaciones y uso de múltiples contrataciones en capas (Shang y Sui Pheng, 2014). El resultado se hace increíble al ser una cultura que presume disciplina y es cercana a la cultura japonesa, donde nace esta filosofía.

Marruecos

Durante la aplicación de una encuesta a profesionales marroquíes de la construcción, involucrados en organizaciones de construcción públicas y privadas, se obtuvieron 330 respuestas. En el resultado, el 61% están familiarizados con *Lean Construction*, generando un impacto positivo, específicamente en la calidad, la

seguridad y el nivel ambiental. Además, se pudo definir que las principales barreras que impiden un despliegue exitoso en la construcción son la falta de conocimiento sobre la filosofía *Lean*, los recursos humanos no calificados y los recursos financieros insuficientes (Bajjou y Chafí, 2018).

México

En el país, son pocas las empresas que han incluido el sistema *Last Planner* a sus filas, principalmente por la falta de capacitación que ofrecen las PYMES. Las empresas que lo usan son de medianas a grandes y completamente establecidas.

En la cuestión académica, este sistema gana cada vez más terreno, ya se han hecho algunos documentos proponiendo su uso en algunos proyectos y obteniendo porcentajes de tareas completadas hasta de un 85%. También existe el Instituto Mexicano de Lean Construction (LCI) y la organización Lean Construction México (LCM), ambos dedicados a difundir la filosofía con cursos, talleres prácticos, asesorías, proyectos, consultoría, capacitación y certificación al público en general en todos los estados de la república.

En el mercado, encontramos las empresas que ofrecen servicios con innovación *Lean*, Grupo Sadasi, Condocasa, Scala; pero también podemos hablar de las empresas que solicitan a sus proveedores aplicar el sistema *Last Planner* y podemos citar a Grupo Bimbo y Cinépolis. Esto nos demuestra que cada vez más el cliente solicita y exige trabajos con mejor organización y cumplimiento.

La innovación existe y está disponible para ser aplicada por todo aquel que la necesite y esté en la disposición de ejecutar mejores proyectos, ofrecer mayor calidad al cliente y hacer crecer su empresa. Tan solo hace falta ese impulso de difusión de información para su aplicación en campo.

Mundialmente, el sistema *Last Planner* está probado y ha dado resultados positivos, las PYMES no deberían oponer resistencia a usar una herramienta que puede favorecer en tan gran manera un negocio, al contrario, la cultura mexicana debería empeñarse en adquirir procesos que la mejoran y explotar su potencial de trabajo.

En el siguiente Capítulo 4 se presenta el desarrollo de una guía que tiene la finalidad servir de marco de referencia a la implementación del sistema, difundiendo la información necesaria para que las pequeñas empresas puedan conocer la metodología e integrarla en sus procesos de trabajo.

Capítulo 4. Aplicación del sistema *Last Planner* en PYMES constructoras mexicanas.

En este capítulo se presenta el desarrollo de la guía de aplicación del sistema *Last Planner*, donde se ha intentado ser lo suficientemente descriptivos para que los usuarios puedan comprender el método y lo apliquen en sus empresas de manera óptima. También se propone la distribución del manual a cinco empresas para su uso y futura retroalimentación.

En 2013, el ingeniero Horacio Maya, perteneciente a la Universidad Panamericana en Guadalajara, presentó su tesis para demostrar el efecto positivo resultante en la producción de la construcción al aplicar la metodología *Last Planner*. Su estudio se basa en comparar la productividad y el avance semanal a través del PAC, que tiene un proyecto que aplica el SLP, con otro que no lo hace. Al final sintetiza que aspectos fueron más fáciles de aplicar y los que brindaron mejores resultados.

En las conclusiones dice, que al aplicar el sistema *Last Planner* efectivamente se tiene una mejora en la productividad en obras de vivienda de interés social, respondiendo a los objetivos se definió un aumento en la productividad de 579%, debido a que los problemas se pudieron prever. Sus principales beneficios fueron: crear historial de los problemas y su solución, claridad en la identificación de problemas, registro exacto de los encargados que entregan soluciones y mejora la comunicación, con las juntas se genera un sentimiento de unión y se dejan en claro las metas del equipo y no de cada integrante por separado (Maya, 2013).

4.1 Estructuración de guía para aplicación del Sistema *Last Planner*.

Para aplicar una nueva metodología se necesita conocimiento y orientación en el tema, esta guía ofrece información específica y dirigida especialmente a PYMES constructoras que no tienen la facilidad de contratar un asesor o capacitar a su personal en certificaciones especiales del sistema *Last Planner*.

Lo que se ha planteado, es desarrollar un documento que permita conocer de manera sencilla y directa, la manera de aplicar el sistema *Last Planner*, por lo que en la introducción se tiene que dar hincapié a los conceptos básicos de planeación, siendo:

El planear facilita prevenir imprevistos, localizar el origen de los problemas, tomar decisiones oportunas y ejecutarlas a tiempo, fomentando el mejoramiento e incremento de productividad. Un proyecto al que se le invierte tiempo en planeación, previo a su ejecución, es un proyecto que tendrá mayores posibilidades de cumplir con sus objetivos en tiempo y forma.

Esta guía se basa en investigaciones anteriores, lecciones aprendidas de la gestión del cambio e implementaciones ajustadas anteriores.

Con este tipo de introducción, se plantea resaltar la importancia del tiempo necesario para la planeación de un proyecto, como es el caso de una casa-habitación, pues más adelante, en la ejecución de la obra, esto puede resultar en retrabajos, que impliquen mayor tiempo y costo.

Para lograr un mejor entendimiento de un proyecto se sugiere dividir todo el trabajo en secciones que nos faciliten la clasificación de cada equipo de trabajo, se recomienda ir de lo general a lo particular. En la guía se presenta un esquema ejemplo de la estructuración de trabajo para una casa habitación, en la primera parte tenemos las actividades previas a la construcción, que son: *diseño, mecánica de suelos, análisis estructural, presupuesto y trámites gubernamentales*. La segunda parte, y a la que damos mayor énfasis en este documento, se conforma de las disciplinas involucradas durante la ejecución: *cimentación, estructura, albañilerías, instalaciones diversas, acabados, carpintería, ventanera, herrería, impermeabilización y jardinería*.

Cuando cada integrante del equipo conoce claramente sus responsabilidades y el rol que tiene dentro del proyecto, es fácil cumplir con su trabajo. Por esto es importante definir el papel de cada persona involucrada, es común que en proyectos pequeños la misma persona tenga varios roles, no es un problema siempre y

cuando tenga claras cada una de sus responsabilidades, así como cuando y como debe ejecutarlas.

El sistema *Last Planner* se caracteriza por tener varias fases de ejecución, es decir tiene etapas de trabajo, para entender cada una, en el desarrollo de la guía se explica de manera directa cada fase a fin de que el encargado de la planeación pueda transmitirlo de manera fácil y útil al equipo completo. En cada etapa se menciona el objetivo de la misma, su contenido, como elaborar el formato, su duración y alguna recomendación para incrementar su efectividad. También se ha agregado imágenes de apoyo con ejemplos, pues este sistema es visual, si se observa información clara en una lámina es fácil que se comprenda.

El plan maestro y todos los planes de la obra se deben mantener visibles para todo el personal involucrado en las tareas a ejecutar.

El principio básico del SLP es sacar provecho al trabajo integral, se debe aclarar que los involucrados están obligados a brindar información verdadera, especialmente cuando hablamos de rendimientos. Los tiempos de ejecución son clave en la planeación, si los datos son lo más cercano a la realidad, la incertidumbre disminuye y los tiempos establecidos se cumplen sin mayor problema alguno.

Estas personas nos ayudan a planear con suposiciones justificadas, a base de información real, periodos de tiempo ajustados al rendimiento verdadero del personal que lo ejecutara, considerando sus capacidades y habilidades, estas son las personas que tienen la última palabra al ejecutar.

En cada fase hay aspectos importantes que se deben mencionar, como lo es la existencia de un líder/moderador. Para que el sistema funcione se debe ser constante y disciplinado, la persona encargada debe motivar y dejar claros los compromisos que cada equipo de trabajo adquiere.

Esta actividad los hace sentir parte del proyecto y tiene presentes las consecuencias de no llevar a cabo sus asignaciones en tiempo y forma.

Está claro que cada obra de construcción en el mundo es única, habrá similitudes entre algunas, pero en ningún caso serán iguales. Es por esto que la anticipación con que se planea puede variar desde 2 y hasta 6 semanas antes de ejecutar la actividad. Entre mayor sea la anticipación mayor detalle tendrá la planeación, y se podrán anticipar la solución de problemas.

Este tiempo se define por el nivel de respuesta de proveedores y contratistas.

El proceso detalla que el flujo de trabajo es primordial, es la base de la planeación, si el flujo es bueno las actividades se desarrollan en el tiempo y forma oportuna, sin desperdicios de tiempo, y con los menores contratiempos. De aquí la importancia de las reuniones constantes de cada etapa de planeación, de aquí se obtiene la lista de actividades a realizar, llamada Inventario de Trabajo Ejecutable. La idea es seguir una secuencia ordenada, si algún trabajo se termina antes de tiempo, o alguna actividad no pudo realizarse, no habrá tiempo muerto, sino que hay actividades de respaldo que se pueden realizar con las cuadrillas disponibles.

El control de flujo de trabajo se lleva a cabo mediante un muy detallado Plan de Trabajo Semanal (Weekly Work Plan) que se obtiene de una reunión breve, un día determinado de la semana, con los principales responsables/supervisores de cada equipo de trabajo involucrado en las asignaciones que se harán la semana en cuestión.

Para medir la efectividad de la planeación existe un indicador llamado Porcentaje de Asignaciones Completadas PAC, consta de dividir las actividades completadas entre las que se planearon originalmente, es decir, si tenemos programado realizar 20 actividades durante la semana y al final solo se completaron 14 tareas al 100%, entonces debemos dividir 14 entre 20, lo cual nos define que logramos un desempeño del 70%. Si se contabiliza el PAC durante todas las semanas, al final se puede obtener un porcentaje total y saber que tan buena ha resultado la planeación. Se debe dejar en claro a todo el equipo la importancia de la constancia y disciplina, si no se lleva un control no se sabrá si hay resultados positivos o negativos, y el sistema se estará aplicando en vano.

Un buen desempeño corresponde a más del 80% y un desempeño pobre está por debajo del 60%. Los equipos con experiencia en el sistema y altos estándares de calidad se mantienen por encima del 85%.

Como apoyo extra, el sistema *Last Planner* a agregado una última etapa en la que se hace hincapié por considerarla clave en el proceso, las reuniones diarias. Se propone con la finalidad de evitar complicaciones de última hora, y si las hay tomar decisiones puntuales que eviten retrasos en nuestra programación que nos hagan modificar el plan de trabajo.

Es importante cumplir con la planeación, pero de igual manera es importante reportar por escrito, por qué no se cumple con esta, cuáles son los contratiempos presentados, que decisiones se tomaron para resolverlos y cuáles fueron las causas del por qué ocurrieron. La retroalimentación es parte del aprendizaje, es lo que genera cambios. A partir de los reportes se identifica en que se está fallando y la manera en que se pueden evitar esas fallas, es importante documentar todo el proceso, así en futuros problemas similares tener idea de alguna posible solución.

Estas categorías, a menudo denominadas Razones para la Variación, son útiles para identificar debilidades en sistema o flujos de apoyo específicos.

Al desarrollar esta tesis, se quiere dar al lector información completa y útil, por eso se incluye el ciclo PDCA (por sus siglas en inglés: Planear, Hacer, Verificar y Actuar). El cual se considera básico en la retroalimentación. Después de poner en función la guía por primera vez, los responsables identificarían las áreas específicas en que se necesita mayor atención dentro de sus empresas.

También se han agregado algunas recomendaciones que serán de gran provecho a los líderes de planeación. *El buen funcionamiento de un sistema de planificación y control como Last Planner depende no solo del sistema en sí, si no del logro de compromisos y el análisis de los resultados. Este aspecto humano de la planificación es probablemente el responsable de más del 50% de las mejoras que puedan obtenerse por el uso de este sistema.*

Existe la idea errónea de que el SLP es una herramienta independiente que se puede tomar y poner en funcionamiento según sea necesario. Si las empresas no conocen previamente la cultura *Lean* puede que los empleados, los que determinan el éxito del sistema, lo vean como otra iniciativa de gestión vacía que pronto pasará. La implementación exitosa del SLP requiere un cambio organizacional más profundo en la mentalidad, la cultura, la voluntad de apartarse del estatus quo, cambiar la forma en que las personas piensan, trabajan y ejecutan tareas (Hamzeh, 2011).

En el Anexo A, al final de este documento, se incluye la guía de aplicación para su completa consulta.

Esta investigación se presenta como un salvavidas para las constructoras, busca ayudar a planear con un método innovador. Esta guía explica cómo organizar las actividades y a cada equipo de trabajo para lograr un flujo de trabajo, mejorar procesos dentro del tiempo estimado, obtener mayores rendimientos, ofrecer menor costo, promoviendo el correcto uso de recursos y mayores utilidades para la empresa.

En efecto, diferentes autores han hecho ya investigaciones previas sobre el tema, existen cursos, talleres y certificaciones internacionales, las cuales han ayudado al desarrollo de esta guía. La presente tesis no se centra en una obra en especial y no compara avances ya obtenidos, sino que busca ser una referencia para aplicar la metodología en distintos casos, siendo gratuita y de fácil acceso.

El Sistema *Last Planner* (SLP) es una herramienta real, comprobada en otros países y servirá como herramienta para facilitar la adaptación de PYMES a los continuos cambios económicos del entorno mexicano. Significa que puede ser eso que necesitan las empresas para mejorar notablemente su rentabilidad y estabilidad, dando la posibilidad de crear empleos, impulsando el crecimiento económico de muchas familias y beneficiando al cliente al recibir un producto terminado de calidad. De aquí la importancia de este trabajo de tesis.

4.2 Aplicación de Piloto (en 5 empresas constructoras)

Todo proyecto debe documentarse, por lo que se recabaron los siguientes datos de las empresas donde se aplicara el piloto de guía en alguna obra específica por cierto periodo de tiempo. Esta guía se pone en manos de un responsable que se ha comprometido a aplicar el manual en la mejor y mayor manera posible.

Constructora 1

Nombre de la empresa: Construcción y acabados

Ciudad de trabajo: Puebla, Pue.

Tiempo laborando: 15 años

Obra/proyecto de aplicación de la guía: Construcción de cuarto de juegos en casa-habitación.

Duración de la obra: 10 semanas

Monto aproximado de la obra: \$550,000.00

Constructora 2

Nombre de la empresa: ER construcciones

Ciudad de trabajo: Puebla y Zacatlán, Pue.

Tiempo laborando: 2 años

Obra/proyecto de aplicación de la guía: Refuerzo y Ampliación de casa – habitación.

Duración de la obra: 8 semanas

Monto aproximado de la obra: \$250,000.00

Constructora 3

Nombre de la empresa: Desarrolladora Trejo S. A. de C. V.

Ciudad de trabajo: Puebla, Pue.

Tiempo laborando: 8 años

Obra/proyecto de aplicación de la guía: Adoquinamiento de calle 9 Oriente, Col. Mendizábal, Amozoc Puebla.

Duración de la obra: 30 días

Monto aproximado de la obra: \$999,000.00

Constructora 4

Nombre de la empresa: MUVR Ingeniería y Construcción

Ciudad de trabajo: Puebla, Pue.

Tiempo laborando: 5 años

Obra/proyecto de aplicación de la guía: Construcción de casa-habitación Col. Lomas del Valle

Duración de la obra: 5 meses

Monto aproximado de la obra: \$2.4 millones

Constructora 5

Nombre de la empresa: NAMA Ingeniería y construcciones

Ciudad de trabajo: Puebla, Pue.

Tiempo laborando: 2 años

Obra/proyecto de aplicación de la guía: Construcción de salón de usos múltiples. Col. Benito Juárez, Amozoc Puebla.

Duración de la obra: 6 semanas

Monto aproximado de la obra: \$999,000.00

En investigaciones futuras se buscaría una retroalimentación general del funcionamiento de la guía, beneficios, deficiencias y cuestiones sobre la experiencia obtenida en cada uno de los proyectos en que fue aplicada. Continuando a editar la

guía y distribuirla nuevamente a un público mayor siempre de manera gratuita, a través de una página de internet donde se pueda descargar un archivo PDF y exista la opción de seguir retroalimentando.

La idea es encontrar maneras de enriquecer la presente labor y hacer llegar la información sin mayor dificultad a manos de muchas más empresas que apliquen este conocimiento para su crecimiento y beneficio.

Conclusiones

Durante la presente investigación se confirmó que la situación económica del país es precaria, afectando aún más a las PYMES.

No obstante, también hay otros factores internos de las empresas que no apoyan el desarrollo de las mismas, haciendo referencia a la actual metodología de trabajo. La cual tiene muchas fallas y aunada a la cultura mexicana, ya no es viable para ejecutar trabajos beneficiosos.

Después de realizar una serie de encuestas a especialistas en el campo, se detectó que una de las principales barreras del avance es la capacitación, que no es brindada por las PYMES y pocas personas dedican tiempo, esfuerzo y dinero en investigar y aprender sobre innovación, mucho menos para intentar aplicarla en sus empresas.

En este punto es donde se decide realizar una amplia investigación acerca de una de las metodologías más sobresalientes en el campo a nivel mundial. Después de filtrar e interpretar toda la información encontrada se logró redactar una guía, explicando de forma clara y simple la metodología del sistema *Last Planner*.

Esta guía se integra al repositorio de la BUAP para su consulta pública y gratuita. Se busca la oportunidad de ser difundida en internet por medio electrónico.

También es un aporte académico de fácil obtención y entendimiento, cuando se realicen investigaciones futuras, podrá tomarse como punto de referencia y de ser posible, seguimiento de investigación.

No fue posible recabar la retroalimentación de las empresas propuestas para aplicación del piloto de guía. Se deja pendiente esa respuesta para un próximo proyecto de investigación continuo a este.

Recomendaciones

No importa el tamaño de la empresa, el liderazgo y la disciplina llevan a cualquier empresa al éxito.

Constancia, aunque el sistema *Last Planner* es capaz de mostrar frutos en poco tiempo, es necesario seguir controlando y dando seguimiento a cada parte del proyecto.

Capacitación básica, si los involucrados no entienden las bases de la metodología es imposible que la comprendan. Previo a la reunión inicial sería ideal impartir un breve curso con los conceptos del sistema y su funcionamiento general a todos los colaboradores.

La parte humana como pilar del sistema es complicada de controlar, hay que integrar e incentivar al trabajador para que adquiera compromisos por voluntad y se esfuerce en cumplirlos. Esto incluye a todo el personal involucrado, incluso proveedores y subcontratistas.

Contratar personal en desarrollo, dispuestos a siempre aprender nuevas técnicas, sin resistencia al cambio, que aprendan de las fallas, colaboradores, transparentes, que puedan convertirse en líderes, dispuestos a lidiar con nuevos retos.

Si los objetivos son claros y en común, todos tienen claro hacia dónde va dirigido el proyecto, hace que los involucrados vean la obra como un conjunto y no solo como una tarea individual a cumplir durante el turno.

La interpretación de resultados es parte básica del proyecto, si se hace correctamente se identifica qué fortalezas y debilidades tiene la empresa, así es fácil centrar esfuerzos para mejorar.

Documentar todo el proceso, la mente es una herramienta maravillosa, pero por desgracia tiene fecha de caducidad y algunas veces llega a fallar. Si documentamos y retroalimentamos, cualquier persona puede consultar los archivos y apoyarse de ellos sin necesidad de indagar quién recuerda cómo se resolvió dicho problema o como fueron las estadísticas el mes pasado.

La comunicación no puede faltar, se debe cumplir con todas las reuniones. Para esto se debe fijar un horario específico y acordar no faltar, así como proporcionar información verdadera y completa.

El formato del sistema *Last Planner* es visual, por lo que se requiere que la información se haga visible para todos dentro de la obra, que se pueda consultar en cualquier momento de duda. Esto puede ser mediante gráficos resumidos y tablas simples en lugares públicos, mientras que, la planificación completa y desglosada en pizarrones dentro de una sala especial.

Invitar al cliente a conocer el sistema para crear consciencia de la relación costo-beneficio, eliminar la creencia de que la planificación es tiempo perdido, evitar la práctica de no tener planeación previa a la ejecución. Incluir al cliente en la planeación o reuniones no es una mala idea.

Normalizar la cultura de las buenas prácticas y la mejora continua.

Referencias

Alarcón, L. F. y Pellicer, E. (Febrero 2009). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas. *Revista de Obras Públicas*, 3496, 45-52.

Bajjou, MS y Chafi, A. (2018). Lean Construction implementation in the Moroccan Construction industry: awareness, benefits and barriers. *Journal of Engineering, Design and Technology*, vol 16, no 4, 533-556. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-02-2018-0031/full/html>

Ballard, G. (2000). The Last Planner System of Production Control. Tesis doctoral. University of Birmingham, Birmingham.

Ballard, G., Vaagen, H., Kai, W., Stevens, B. y Pereira, M. (2020). Extending the Last Planner System to the Entire Project. *Lean Construction Journal* 2020 pp 42-77. <https://www.leanconstructionjournal.com>

Botero, L. F. y Álvarez, M. E. (Enero-junio 2005) Last Planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción: Estudio del caso de la ciudad de Medellín. *Ingeniería y desarrollo*, 17, 148-159.

Brioso, X. M. (2015). El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project and Construction Management: Propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la Ordenación de la Edificación. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid, España.

Campero, M. y Alarcón, L. F. (2008). Administración de proyectos civiles (3ra edición). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.

Cisneros, L. A. (2011). Metodología para la reducción de pérdidas en la etapa de ejecución de un proyecto de construcción. CDMX, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.

García, J., (4 de mayo de 2020). Requieren constructores de financiamiento para solventar empleos: CMIC. *El Imparcial*. <http://www.cmic.org/requieren-constructores-de-financiamiento-para-solventar-empleos-cmic/>

García, J. y Casanueva, C. (2004). *Técnicas de gestión empresarial*. Mc Graw Hill. Madrid, España.

González, A. (2011). *Sistema administrativo con enfoque en liderazgo en empresas constructoras del área metropolitana de Monterrey*. Tesis de grado. Universidad de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León.

Guaipatín, C. (2003) *Observatorio MIPYME: Compilación estadística para 12 países de la Región*. Informe de Trabajo. Abril. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15916/observatorio-mipyme-compilacion-estadistica-para-12-paises-de-la-region>

Hackett, V., Harte, P. y Chendo, J. (2019) *The development and use of last planner system (LPS) guidance*. Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Dublin, Irlanda. Pp. 651-662. <http://www.iglc.net/Papers/Conference/29>

Hamzeh, F. (2011). *The Lean Journey: Implementing the Last Planner System in Construction*. 19ª. Conferencia Anual del Grupo Internacional para la Construcción Lean. Lima Perú. <https://www.iglc.net/Papers/Details/1105>

Hamzeh, F., Ballard, G., y Tommelein, D. (2012). *Rethinking Lookahead Planning to Optimize Construction Workflow*. *Lean Construction Journal* 2012 pp 15-34. <https://www.leanconstructionjournal.org>

Hernández, José y Atayde, Hugo. (Marzo- abril 2019). *La caída de la Industria de la Construcción*. *Revista Mexicana de la Construcción*, (638), 12-17.

Howell, G. y Macomber, H. (2002). *A guide for new users of the Last Planner TM System nine steps for success (second draft)*. Lean Project Consulting, Inc.

Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República. (2002). *Micro, pequeñas y medianas empresas en México. Evolución, funcionamiento y problemática*. <http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/1718/MPYMEM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INEGI (Septiembre 2019). Encuesta Nacional sobre Productividad y competitividad de las MIPYMES (ENAPROCE) 2018. <https://www.inegi.org.mx/programas/enaproce/2018/default.html#Documentacion>

INEGI (24 de septiembre de 2020) Indicadores de empresas constructoras. Cifras durante julio de 2020. Comunicado de prensa Num. 433/20. <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=5962>

Issa, U. H. (2003). Implementation of Lean Construction techniques for minimizing the risks effect on projects Construction time. *Alexandria Engineering Journal*, vol. 52, no. 4, 697-704. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016813000641#b0140>

Javanmardi, A., Abbasian-Hosseini, S. A., Hsiang, S.M., and Liu, M. (2018). "Constraint Removal and Work Plan Reliability: A Bridge Project Case Study." In: Proc. 26 th Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC), González, V.A. (ed.), Chennai, India, pp. 807–817.

Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. Technical report No. 72. Center for integrated facility engineering. Department of Civil Engineer, Stanford University.

Koskela, L. (2000). An exloration towards a production theory and its application to construction. Tesis doctoral. Technical Research Centre of Finland, Espoo.

Lean Construction Institute (LCI) (2004). What is Lean Construction?. <http://www.leanuk.leanconstruction.org/whatis.htm>

Maya, H. (2013) El efecto en la producción de la construcción al aplicar la metodología Last Planner. Tesis de grado. Universidad Panamericana. Zapopan, Jal.

OCDE (2020). Financiación de pymes y emprendedores 2020: Un cuadro de indicadores de la OCDE. OECD Publishing, París.

<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/061fe03d-en/1/3/3/index.html?itemId=/content/publication/061fe03d-en&csp=5d0be09b32d3f3a6aa507a1c266f5551&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e49723>

Pavón, L. (2010) Financiamiento a las microempresas y las pymes en México (2000-2009). *CEPAL- Serie Financiamiento del desarrollo*, (226), Publicación de las Naciones Unidas.

Pellicier, E. (2015). Grupo Español de Lean Construction. Via LinkedIn. Visita 23/05/2020.

Picchi, F. (1993) sistemas de qualidade: uso em empresas de construçao de edificios. Sao Paulo, Brazil.

Pons, A. J. (2014). Introducción al Lean Construction. Fundación Laboral de la Construcción. Madrid, España.

Power, W. y Taylor, D. (2019). Last Planner System and Plannerd Percent Complete: an examination of individual trade performance. Proceedings of the 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Dublin, Irlanda, 1-12. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-d1fef8d7-570d-476f-bb7f-da281f29999e.pdf>

Ravi, R., Lædre, O., Fosse, R., Vaidyanathan, K., and Svalestuen, F. (2018). "The Last Planner System: Comparing Indian and Norwegian Approaches." In: Proc. 26 th Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC), González, V.A. (ed.), Chennai, India, pp. 381–391. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-c444117e-eb2b-4c63-99d8-6e16fa0803e5.pdf>

Real Academia Española. (2014). Empresa. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 5 de mayo de 2020, de <https://dle.rae.es/empresa?m=form>

Saldaña, I., (8 de mayo de 2020). En situación insostenible, 3 mil empresas constructoras. *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/cartera/en-situacion-insostenible-3-mil-empresas-constructoras>

Saldivar, E. (2007) Estrategias de ventas en las pequeñas y medianas empresas de la industria de la construcción. Tesina de pregrado. Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora.

Sarhan, S. y Fox, A. (2013). Barriers to implementing –lean –construction in the UK Construction Industry. *Built Hum Environ*, 6, 1-17.

Secretaría de Función Pública. (Octubre 2012). Encuesta de Percepción sobre la Eficiencia de Contrataciones Públicas en México. <http://2006-2012.funcionpublica.gob.mx/index.php/ua/sracp/upcp/mejores-practicas.html>

Shang, G. y Sui Pheng, L. (2014). Obstáculos para la implementación eficiente en la industria de la construcción en china. *Journal of technology Management en China*, vol 9, no. 2, 155-173. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JTMC-12-2013-0043/full/html>

Soler, M. (2012). El análisis de la Dirección Integrada de Proyectos (Project adn Construction Management) en el marco europeo: propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la Ordenación de la Edificación. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid, España.

Vargas, H. (Enero- abril 2003) Consideraciones prácticas para la gestión del capital de trabajo en las PyMES innovadoras. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (47), (98-109).

Vásquez, R. (2007). Las MIPYMES y la administración de riesgos, en Rafael Regalado (comp.). *Las MIPYMES en Latinoamérica*. Red Latinoamericana de investigadores en Administración. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2007b/274/41.htm>

Wilkinson, B., Lowe, T. y Pereira, M. (2020). Learning from breakdowns in the Last Planner System. Lean Construction Journal 2020 pp 141-153.
<https://www.leanconstructionjournal.com>

Videos de referencia

THiNK productivity. (1 de noviembre de 2015). THiNK: Capacitación Last Planner Mexico 01. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=IQ8E7SuhLAc>

THiNK productivity. (21 de abril de 2016). THiNK: Lean Construction – Last Planner I –. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=emfUoxAEbVE>

THiNK productivity. (27 de abril de 2016). THiNK: Lean Construction – Last Planner II –. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=L9bnhq1e2xY>

THiNK productivity. (27 de abril de 2016). THiNK: Lean Construction – Last Planner III –. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=aDfjnpN9-rk>

THiNK productivity. (12 de mayo de 2016). THiNK: Lean Construction – Last Planner IV –. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=UZSZv4eelDc>

THiNK productivity. (26 de mayo de 2016). THiNK: Lean Construction – Last Planner V –. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=iD0RPe9AHdU>

THiNK productivity. (2 de junio de 2016). THiNK: Lean Construction – Last Planner VI –. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=xAtn9p_J9BQ

Activatie. (11 de septiembre de 2017). Lunes de Lean – Last Planner. Video 2. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=zxuiYPkm_rQ

Jose Casas Rico. (11 de mayo de 2016). Last Planner, Pull Session. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=YIIUyjTr6m8>

Jose Casas Rico. (17 de mayo de 2016). Last Planner, Look Ahead. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=C-0_EpzcsHA

Jose Casas Rico. (22 de mayo de 2016). Last Planner, La Programacion Semanal. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=7XguPamZAVQ>

Lean Construction Mexico. (2 de agosto de 2016). Last Planner System Lean Construction México. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=75w4676qNjU>

**ANEXO A. Propuesta de Guía de aplicación del Sistema
*Last Planner® en PYMES constructoras en México***

GUIA DE APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER®

PYMES CONSTRUCTORAS EN MEXICO

Introducción

Esta guía se desarrolla como apoyo para el entendimiento y aplicación del Sistema Last Planner (SLP). Durante la planeación de obra el constructor transmitirá el mensaje y organizará a cada equipo de trabajo, programando cada actividad de acuerdo con el avance, mejorando los procesos dentro del tiempo estimado, aumentando el rendimiento, ofreciendo menor costo, correcto uso de recursos y mayores utilidades para la empresa.

La finalidad es ser suficientemente descriptivos para que los usuarios puedan comprender el sistema y aplicarlo en distintos casos de forma accesible.



Índice

Pag.4 I. CONCEPTOS BÁSICOS DE PLANEACIÓN	Pag.8 II. PLAN MAESTRO	Pag.9 III. PULL PLANNING	Pag.13 IV. PLANEACIÓN INTERMEDIA LOOK AHEAD PLANNING
Pag.18 V. PLAN DE TRABAJO SEMANAL - WEEKLY WORK PLAN	Pag.23 VI. REUNIONES DIARIAS - STAND UP MEETINGS	Pag.24 VII. RETROALIMENTACIÓN	Pag.28 VIII. RECOMENDACIONES

I. CONCEPTOS BÁSICOS DE PLANEACIÓN



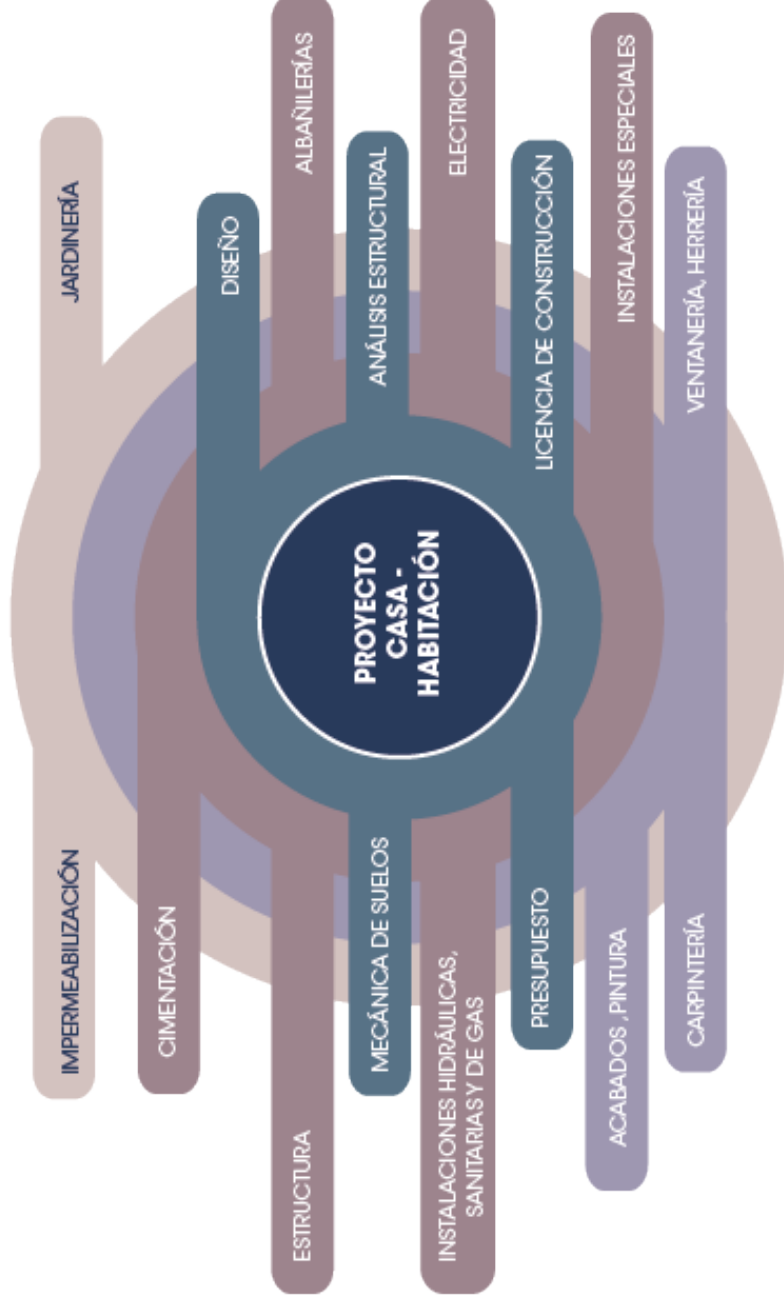
El planear facilita prevenir imprevistos, localizar el origen de los problemas, tomar decisiones oportunas y ejecutarlas a tiempo, fomentando el mejoramiento e incremento de productividad.

Un proyecto al que se le invierte tiempo en planeación, previo a su ejecución, es un proyecto que tendrá mayores posibilidades de cumplir con sus objetivos en tiempo y forma.

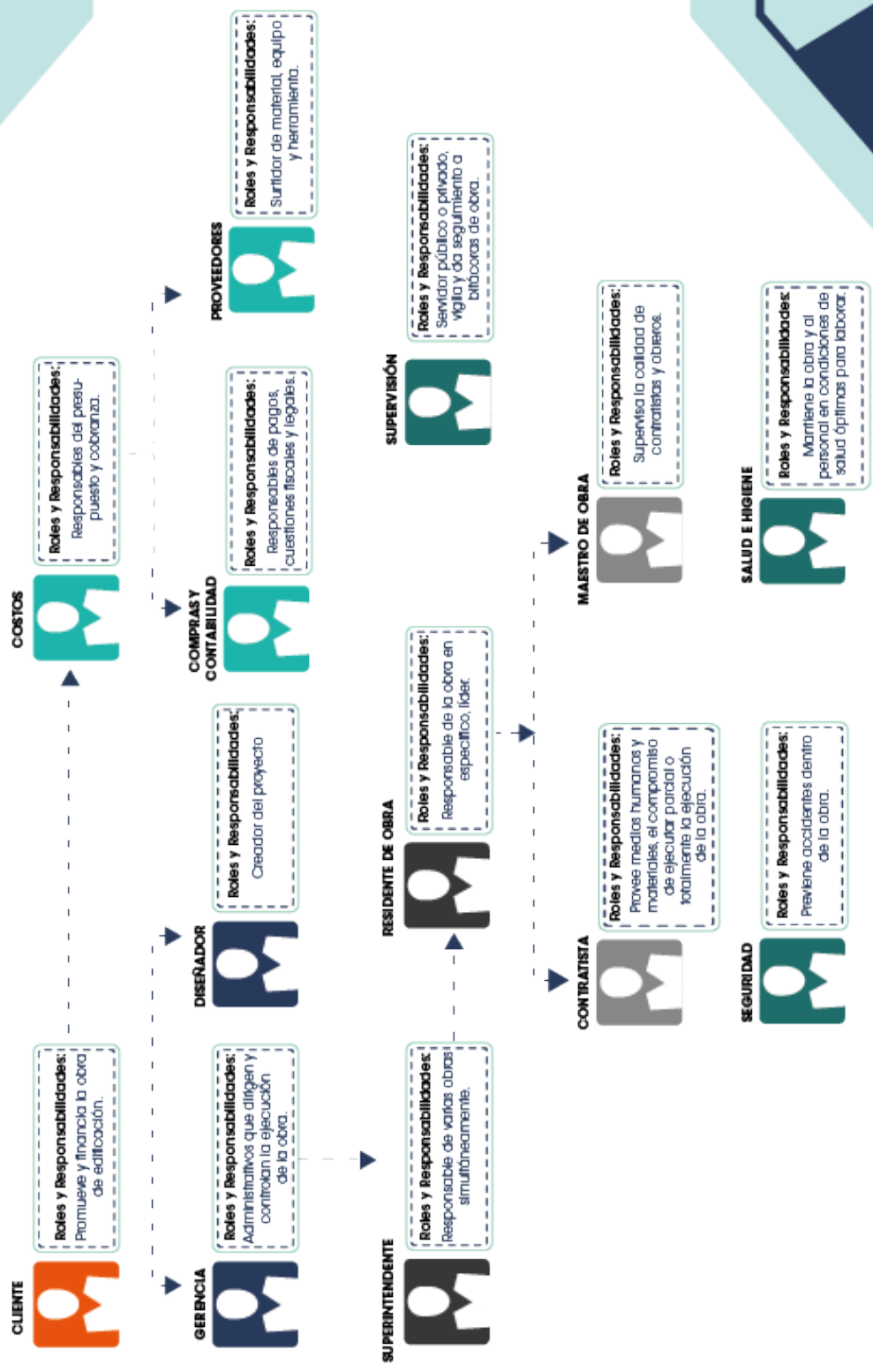
En el siguiente esquema se hace mención de las fases que pueden intervenir en el proyecto de una casa - habitación.



FASES PROYECTO CASA - HABITACIÓN



PERSONAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN



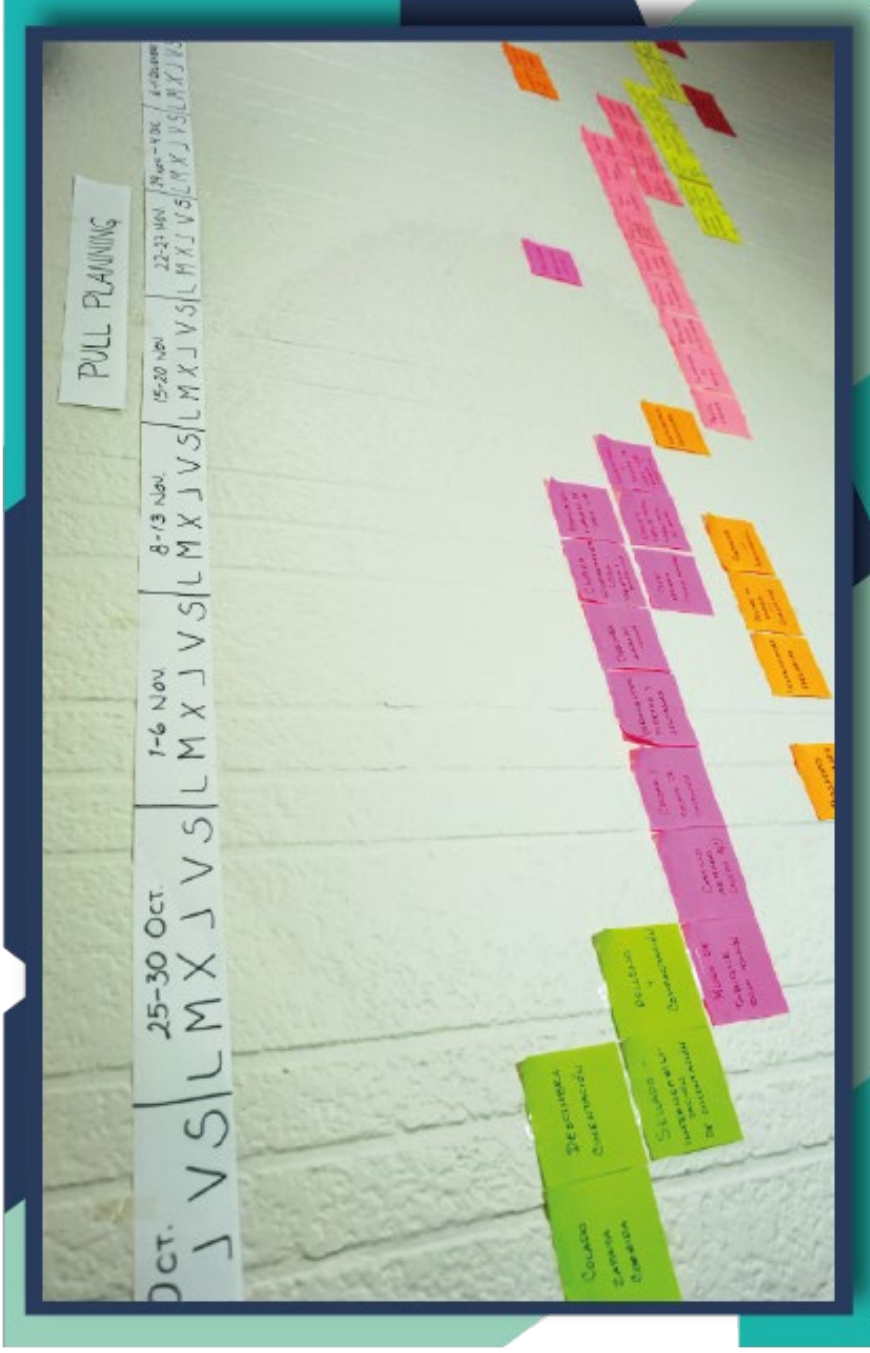
III. PULL PLANNING

El proceso inicia analizando y ajustando el **Plan Maestro** donde se encuentran las principales fechas del proyecto, el resultado será el llamado **Pull Planning**.

Es necesario organizar una reunión con los responsables de cada área de trabajo, eso incluye:

- Personal de la empresa
- Administrador
- Diseñadores
- Departamento de costos
- Jefes
- Residentes y responsables de obra
- Contratistas
- Personal de instalaciones especiales.

Estas personas nos ayudan a elaborar un cronograma detallado de cada fase del proyecto, con suposiciones justificadas, tomando como base información real, periodos de tiempo ajustados al rendimiento verdadero del personal que lo ejecutará, considerando sus capacidades y habilidades, éstas son las personas que tienen la última palabra al ejecutar.



Al estar todos presentes, conociendo cada parte del proyecto y las actividades a desarrollar, se plantean estrategias constructivas donde todos participan y se desarrolla un proyecto integrado, se obtienen puntos de vista distintos, externalizan sus dudas, buscan soluciones integrales y lo más importante son los compromisos que toman.

El manejar un grupo numeroso de personas puede resultar un tanto difícil y tal vez culmine en una situación fuera de control, por eso es necesario nombrar un **líder/moderador** que se encargará de coordinar la reunión y aprovechar al máximo la participación de cada miembro.



Toda esta información se coloca en un tablero, de forma escrita, usando fechas y plazos de cada fase, identificando cada proceso que la constituye. La idea es planear de forma inversa, ajustando el tiempo desde la fecha final hasta el inicio del proyecto, tomando en cuenta las actividades críticas.

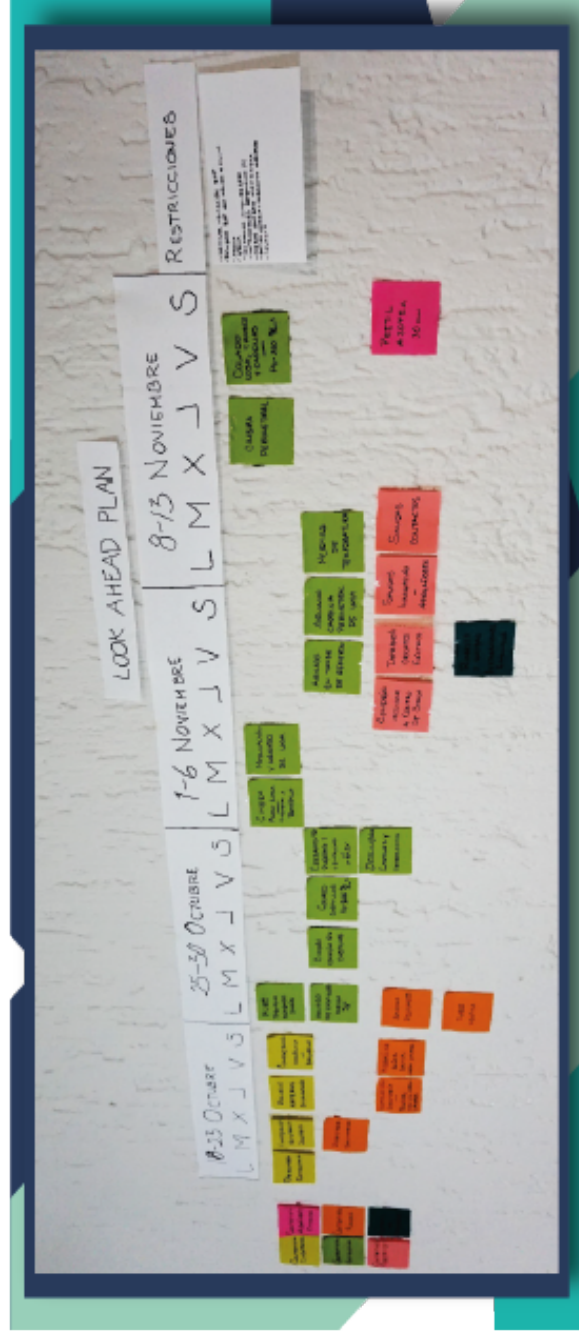
Duración de la reunión:
2-4 horas.

Esta actividad los hace sentir parte del proyecto y tiene presentes las consecuencias de no llevar a cabo sus asignaciones en tiempo y forma

12



IV. PLANEACIÓN INTERMEDIA LOOK AHEAD PLANNING



La planeación Look ahead o planificación intermedia comúnmente suele ser de 6 semanas, dependiendo de la magnitud y dificultad de la obra, de la confiabilidad del sistema de planificación y de los tiempos de respuesta para la adquisición de información de diseño, materiales, mano de obra y maquinaria.

Durante este periodo las actividades son exploradas a mayor detalle desarrollando procesos y operaciones concretas de ejecución de lo que se **puede** hacer, determinando subtareas, pre-requisitos de trabajo o recursos necesarios para su ejecución, las cuales se conocen como **restricciones**.

Una vez identificadas las restricciones, pasan por un período de análisis que se divide en dos partes:

REVISIÓN

Se determina que restricciones se pueden eliminar y cuáles aún están pendientes, algunas restricciones pueden ser adelantadas o retrasadas de acuerdo al plan maestro. Esta etapa del sistema asegura el continuo flujo de trabajo, previniendo que cada requisito esté cubierto al 100% y llegado el momento de la ejecución de la actividad no exista impedimento para cumplirla.

PREPARACIÓN

Se determina quién es el último involucrado en eliminar la restricción y cuál es el tiempo probable de respuesta para que pueda comenzar la próxima actividad. Si dicho tiempo es muy largo puede ser necesario asignar recursos adicionales para acortarlo, en caso de aún sobrepasar las semanas de la planificación intermedia entonces la actividad no se incluye en dicha planificación.

La revisión de restricciones se repite en cada ciclo de planificación, es un proceso continuo cada que se incorporan y actualizan datos.

Re-planificar según sea necesario para ajustar el plan a las realidades del futuro que se están desarrollando

Las tareas que se pueden realizar después de analizadas y eliminadas sus respectivas restricciones reciben el nombre de **asignaciones**, que toman el papel de compromisos.

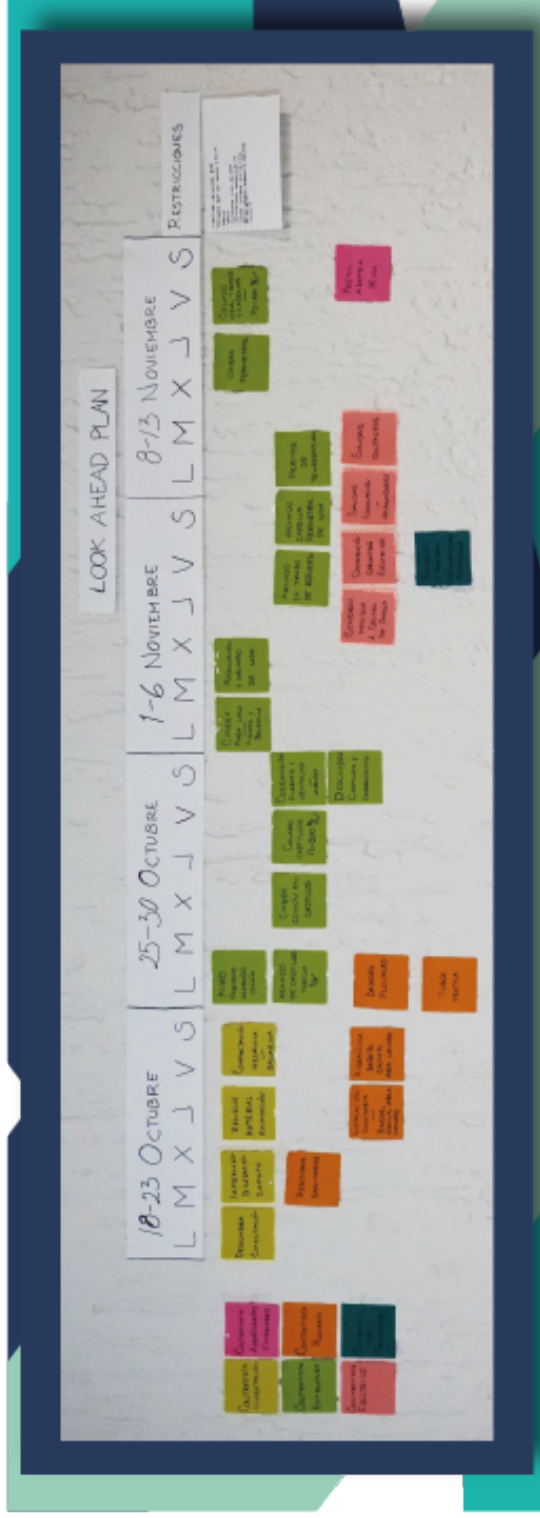
Para completarlas con prontitud es necesaria la comunicación con el personal involucrado y pedir certeza sobre sus necesidades y capacidades, ya que los imprevistos siempre pueden presentarse.

Cada equipo de trabajo específico se compromete públicamente a llevar a cabo su promesa de cumplimiento de cada actividad.



¿Con cuánta anticipación a la ejecución se debe planear una actividad?

Este tiempo se define por el nivel de respuesta de proveedores y contratistas. Puede ser de 2 o 3 semanas antes del inicio programado de la actividad.



De la planificación intermedia se obtiene un inventario de Trabajo Ejecutable, que incluye las asignaciones para realizar la semana siguiente e incluso para planes de semanas posteriores, lo cual sería ideal para cualquier planificador pues se tienen actividades disponibles para realizar en cualquier momento.

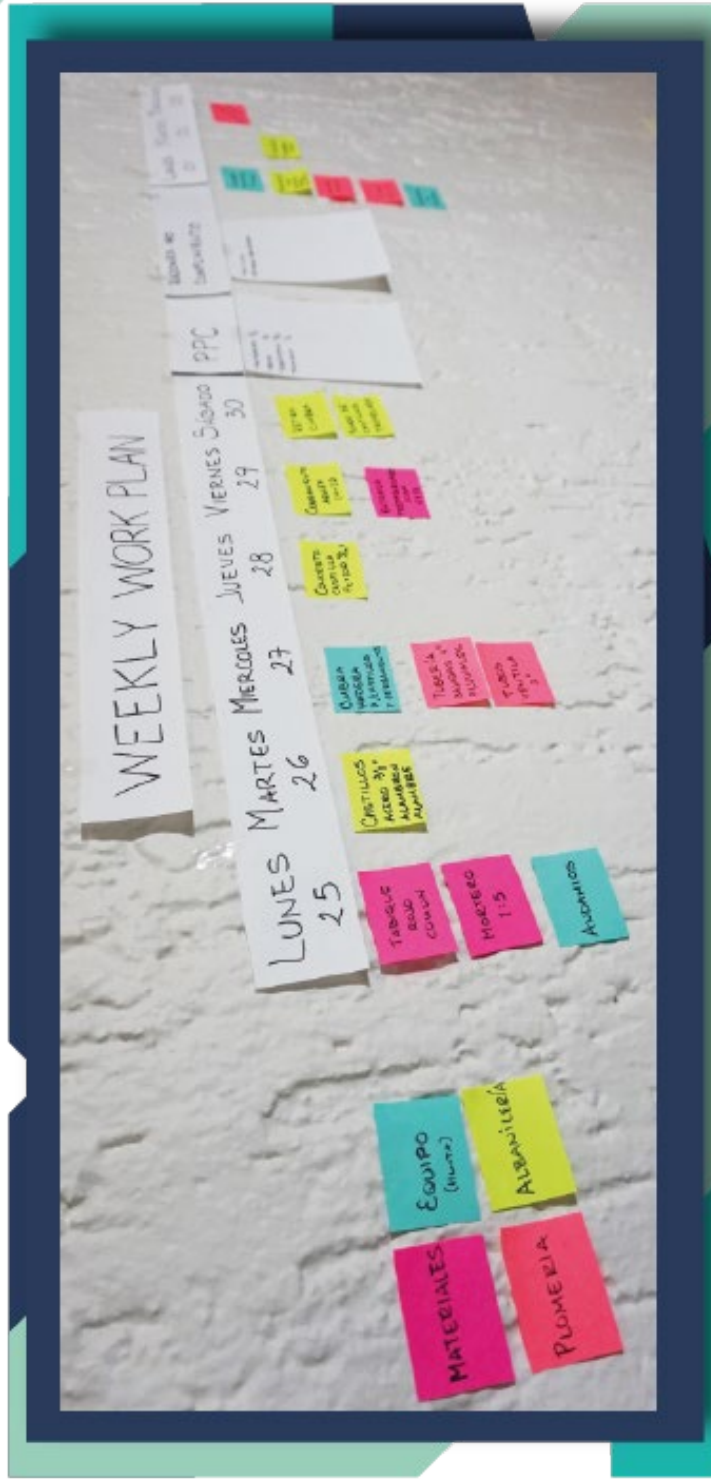
Duración de la reunión:
2-4 horas.

V. PLAN DE TRABAJO SEMANAL- WEEKLY WORK PLAN

El control de flujo de trabajo se lleva a cabo mediante un muy detallado Plan de Trabajo Semanal (**Weekly Work Plan**) que se obtiene de una reunión breve, un día determinado de la semana, con los principales responsables/supervisores de cada equipo de trabajo involucrado en las asignaciones que se **harán** la semana en cuestión.

Durante esta planeación se revisa cada actividad u operación específica del proceso constructivo y se garantiza que no haga falta ninguna asignación. Cada equipo actualiza su avance, externas dudas o complicaciones y notifica las actividades que no se puedan realizar o las realizadas antes de tiempo.

En este último caso se pueden tomar asignaciones del **Inventario de Trabajo Ejecutable**, para evitar tiempos muertos de mano de obra, o la ejecución de actividades al azar que se salgan de la secuencia de trabajo y que además generen trabajos más costosos o de mayor dificultad.



No inicie tareas que no deba o no pueda completar. Confirme realizar solo aquellas tareas que estén correctamente definidas, secuenciadas y dimensionadas.



¿Cómo se evaluará la efectividad de la implementación?

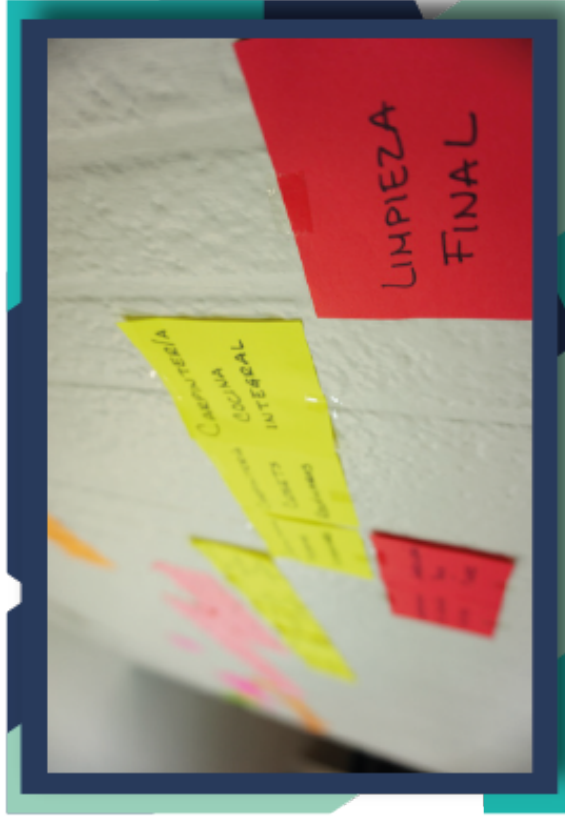
El Porcentaje de Asignaciones Completadas (PAC) es la manera de medir el desempeño de la planificación, y se obtiene del número de asignaciones completadas entre las actividades planificadas. El PPC se evalúa semanalmente y al final de la planeación intermedia se obtiene un valor promedio.

Un buen desempeño corresponde a más del 80% y un desempeño pobre está por debajo del 60%. Los equipos con experiencia en el sistema y altos estándares de calidad se mantienen por encima del 85%.

WEEKLY WORK PLAN

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PPC	RAZONES NO CUMPLIMIENTO	LUNES 01
25	26	27	28	29	30	<ul style="list-style-type: none"> ENTRADA 30 TRABAJO 30 REUNIÓN 30 TRABAJO 30 	<ul style="list-style-type: none"> - MAL CLIMA - FALTA DE RECURSOS 	<ul style="list-style-type: none"> REUNIÓN PUNTALES 9/10:30 MODIFICACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO, TRABAJOS, VARIACIONES ANÁLISIS RECORRIDO CLAVOS 2:30 - 4:00 COMPARACIÓN DE MATERIA

Planificar con mayor detalle a medida que se acerca la fecha de inicio de las tareas planificadas..



Es necesario documentar las razones del por qué no se cumplen las asignaciones, qué errores se cometen y sus causas, esto proveerá una retroalimentación, se aprende de las equivocaciones y se implementan mejoras para aumentar la eficiencia.

Duración de la reunión:
40 min - 1 hora.

VI. REUNIONES DIARIAS - STAND UP MEETINGS

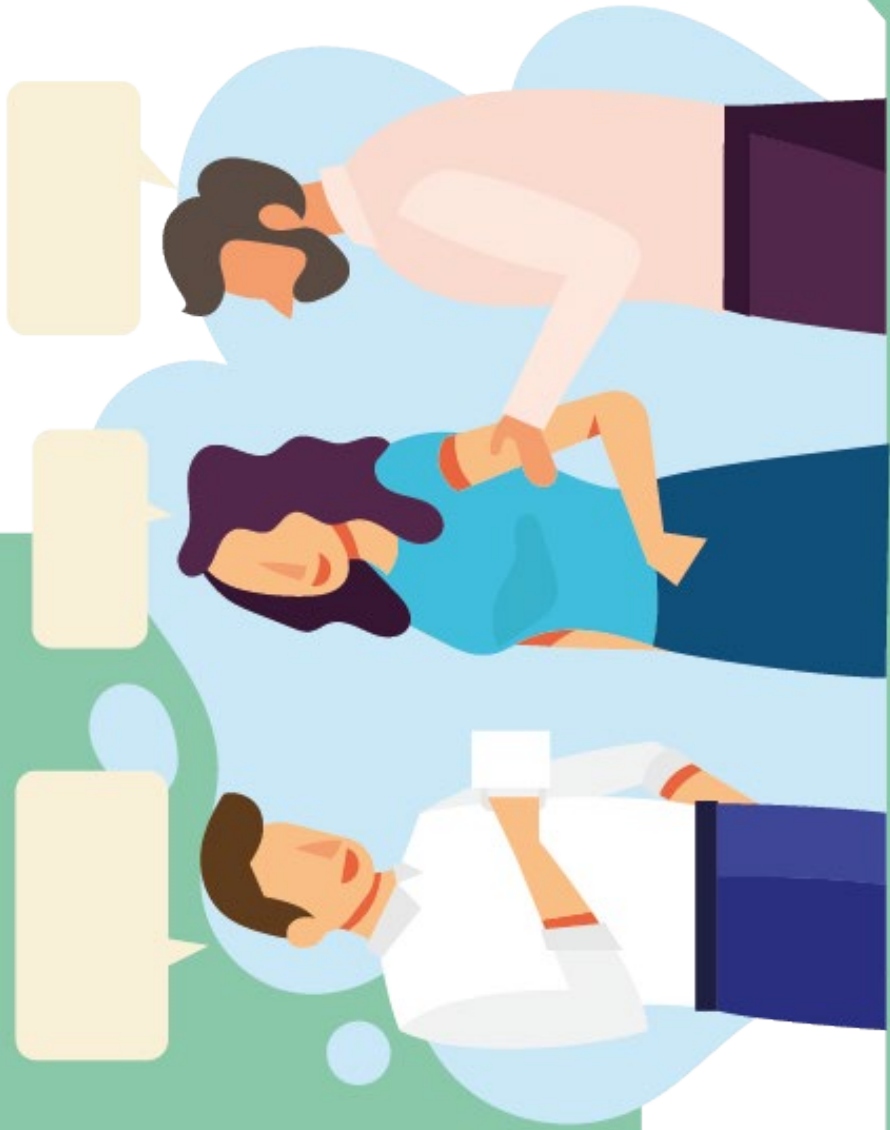
Adicionalmente, se recomienda realizar una reunión diaria a pie de obra con los encargados de los contratistas para confirmar que no existan restricciones de última hora, de ser así resolverlas lo más pronto posible.

Duración de la reunión: 10-15 minutos.



La planeación no finaliza hasta
terminar el proyecto.

VII. RETROALIMENTACIÓN



Aquellas asignaciones que no se completaron cuando se planificaron se asignan a una categoría que describe en general la causa de la falla o variación del plan.

Por ejemplo, algunas categorías habituales son:

- Decisión del propietario
- Ingeniería / diseño
- Clima

EL APRENDIZAJE GENERA CAMBIOS

Estas categorías generalmente se establecen a partir de fallas que podrían esperarse durante la ejecución de un proyecto. Sin embargo, a medida que el proyecto evoluciona, las categorías se pueden perfeccionar para aportar una mayor comprensión de las causas del fracaso del plan.

Como apoyo se puede hacer uso de un gráfico donde se registren las frecuencias de las fallas de acuerdo a las categorías específicas. A lo largo del tiempo, se identifican las causas fundamentales y las contramedidas para evitar que vuelvan a ocurrir.

Estas categorías, a menudo denominadas **Razones para la variación**, son útiles para identificar debilidades en sistemas o flujos de apoyo específicos.

Es importante definir que fallas se analizarán, quién tomará la decisión de analizar y cómo se realizarán dichos análisis.

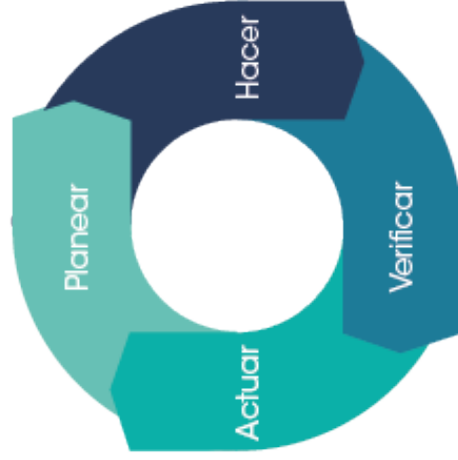
FRECUENCIA DE LAS FALLAS



CICLO PDCA

Una estrategia de mejora continua en cuatro pasos.

- **Planear:** pensar que hacer y como hacerlo
- **Hacer:** ejecutar lo planeado
- **Verificar:** comprobar que tal se ha realizado
- **Actuar:** como mejorar



VIII. RECOMENDACIONES

El buen funcionamiento de un sistema de planificación y control como Last Planner no depende no sólo del sistema en sí, sino del logro de compromisos y el análisis de los resultados. Este aspecto humano de la planificación es probablemente el responsable de más del 50% de las mejoras que puedan obtenerse por el uso de este sistema.

Los involucrados en el proceso de planificación adquieren la obligación de cumplir con las actividades y acciones que les han sido asignadas.

La participación integrada hace que los involucrados vean la obra como un conjunto, con un objetivo en común y no solo como una tarea individual a cumplir durante el turno.

Usar un enfoque disciplinado para cumplir con la planeación y la secuencia es clave para obtener beneficios del sistema.

Normalizar la cultura de las buenas prácticas y la mejora continua.



Para incursionar el sistema en una empresa, es necesario capacitar a los involucrados en los fundamentos básicos de la metodología.

La comunicación con proveedores y subcontratistas es elemental en cada planeación.

Identificar a líderes informales, aquellos que influyen en el comportamiento de sus compañeros por otros medios.

Programar todas las reuniones en horarios acordados.

Colocar gráficos y tablas simples en lugares públicos para su fácil visualización y seguimiento.

La planificación perfecta puede no ser posible, pero es posible nunca cometer el mismo error.