

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



“Estudio comparativo de la implementación del last planner system y el sistema tradicional en la construcción de una tienda comercial makro supermayorista, Comas - Lima”

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autores:

Carranza Vásquez Ricardo Jorge

Tejada Mariño Celso Yuri

Asesor:

Rubén López Carranza

Chimbote-Perú

2018

PALABRAS CLAVE

Tema : Programación

Especialidad : Gerencia de la construcción

KEYWORDS

Topic : Programming

Specialization : Construction management

LINEA DE INVESTIGACION

1.0 Ingeniería

2.0 Ingeniería y Tecnología

2.1 Ingeniería Civil

TITULO:

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL
LAST PLANNER SYSTEM Y EL SISTEMA TRADICIONAL EN
LA CONSTRUCCIÓN DE UNA TIENDA COMERCIAL MAKRO
SUPERMAYORISTA, COMAS - LIMA.**

RESUMEN

Esta tesis tiene como propósito fundamental el poner en práctica las herramientas del sistema de Último planificador Last Planner System® aplicado a una obra de Retail, con la finalidad de comprobar los beneficios que este sistema pueda aportar para el cumplimiento de plazos y confiabilidad en la planificación.

Antes de iniciar la implementación de este sistema, fue necesario estudiar la evolución de la Lean Construction a partir de la Toyota Production System, para entender los principios que tiene esta filosofía de producción y cómo a partir de esta iniciativa de la industria manufacturera, llevó a generar la nueva filosofía de planificación de proyectos en la construcción denominada Lean Construction.

Para la implementación del sistema de planificación, previamente se conceptualizó el desarrollo de la construcción de Retail Makro Supermayorista. Para lo cual se desarrolló cada etapa que conforma un proyecto de este tipo, elaborándose así diagramas de flujo, formatos de Look Aheas, Plan semanal, Porcentaje de Plan Cumplido y Causas de No Cumplimiento para entender los procesos que involucran. En este paso previo es que se identificó la necesidad de estandarizar procesos dentro de la etapa de construcción del centro comercial.

Los aspectos teóricos del Last Planner System®, fueron desarrollados y estudiados a lo largo de la tesis. En base a los cuales se planteó una metodología de implementación que se aplicó por un período de 5 semanas. Los resultados obtenidos nos demuestran la importancia del compromiso del equipo de obra y del soporte de la empresa para la implementación. De esta forma se identificaron diversos desafíos que se enfrentan al realizar una implementación de este tipo y la retroalimentación que el propio sistema genera para la mejora continua.

ABSTRACT

This thesis has as its fundamental purpose to put into practice the tools of the Ultimate Planner Last Planner System® system applied to a Retail work, in order to verify the benefits that this system can provide for meeting deadlines and reliability in planning.

Before beginning the implementation of this system, it was necessary to study the evolution of Lean Construction from the Toyota Production System, to understand the principles that this production philosophy has and how, from this initiative of the manufacturing industry, it led to generate the new philosophy of project planning in construction called Lean Construction.

For the implementation of the planning system, it was previously conceptualized the development of the construction of Retail MakroSupermayorista. For this purpose, each stage of a project of this type was developed, thus developing flow charts, Look Aheas formats, Weekly Plan, Percentage of Plan Met and Causes of Non-Compliance to understand the processes involved. In this previous step, the need to standardize processes within the construction stage of the shopping center was identified.

The theoretical aspects of the Last Planner System® were developed and studied throughout the thesis. On the basis of which an implementation methodology was proposed that was applied for a period of 5 weeks. The results obtained show us the importance of the commitment of the work team and the support of the company for the implementation. In this way, several challenges were identified that are faced when carrying out an implementation of this type and the feedback that the system generates for continuous improvement.

Índice General

Contenido

Palabras clave-Keywords –Línea de investigación.....	i
Título	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv

Índice

I. Introducción.....	1
II. Metodología.....	9
III. Resultados.....	34
IV. Discusión	60
V. Conclusiones.....	76
VI. Recomendaciones.....	78
VII. Agradecimiento.....	79
VIII. Referencias bibliográficas.....	80
IX. Anexos.....	82
Anexo-1 Panel fotográfico.....	83

Índice de Tablas

Tabla 1: Comparación de prácticas tradicionales vs PhaseSchedulling.....	40
Tabla 2: Comparación del método tradicional y Lean Construcción.....	57

Índice de Figuras

Figura N°01: método utilizado por Toyota.....	10
Figura N°02: flujo de producción.....	14
Figura N°03: Tiempos que componen el ciclo del proceso completo.....	18
Figura N°04: Esquema simplificado del proceso de mejora continua.....	22
Figura N°05: Metodología Sistema Last Planner.....	25
Figura N 06: El funcionamiento básico del último planificador.....	26
Figura N°07: Programación de fase.....	27
Figura N°08: Flujo de Producción.....	29
Figura N°09: Esquema tradicional de planificación.....	30
Figura N°10: Representación del programa semanal dentro de la planificación.....	31
Figura N°11: Representación de las prácticas tradicionales de planificación.....	31
Figura N°12: Representación de las prácticas tradicionales de planificación.....	32
Figura N°13: Sistema de Planificación Tradicional por empuje.....	45
Figura N°14: Sistema del Último Planificador: Un Sistema de Arrastre.....	46
Figura N°15: Sistema “Último Planificador.....	51
Figura N°16: Organización de una obra actual.....	52
Figura N°17: Modelo Tradicional.....	54
Figura N°18: Modelo del Ultimo Planificador.....	55
Figura N°19: Cronograma maestro.....	60
Figura N°20: Cronograma maestro.....	61
Figura N°21: Cronograma maestro.....	62
Figura N°22: Cronograma maestro.....	63
Figura N°23: Cronograma maestro.....	64
Figura N°24: Cronograma maestro.....	65
Figura N°25: Cronograma maestro.....	66
Figura N°26: Cronograma maestro.....	67
Figura N°27: Sectorización del proyecto.....	68
Figura N°28: LOOK AHEAD.....	69

Figura N°29: LOOK AHEAD.....	70
Figura N°30: LOOK AHEAD.....	71
Figura N°31: Plan semanal.....	72
Figura N°32: Porcentaje.....	73
Figura N°33: Grafico Porcentual.....	74
Figura N°34: Grafico de causas de no cumplimiento.....	75
Figura N°35: Seguimiento de obra.....	84
Figura N°36: Vista Chacra Cerro.....	85
Figura N°37: Vista Chacra Cerro.....	86
Figura N°38: Vista Chacra Cerro.....	87
Figura N°39: Vista Chacra Cerro.....	88
Figura N°40: Vista Chacra Cerro.....	89
Figura N°41: Vista Posterior.....	90
Figura N°42: Vista Posterior.....	91
Figura N°43: Vista Posterior.....	92
Figura N°44: Vista Posterior.....	93
Figura N°45: Vista Posterior.....	94
Figura N°46: Vista Posterior.....	95

INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los últimos años en el país se ha abierto un nuevo mercado en el sector construcción; el llamado sector Retail o de tiendas comerciales por departamento y centros comerciales formato Mall; el cual ha generado una necesidad de equipos profesionales que puedan llevar a cabo la construcción responsable y en los plazos exigentes que demandan este tipo de obras.

Debido a esta necesidad, determinamos el objetivo de esta Tesis, el cual es una alternativa de gestión enfocada principalmente en la implementación del Last Planner System.

El sistema Last Planner o último planificador nace básicamente de la necesidad de varios investigadores como Lauri Koskela o Glenn Ballard por entender los problemas de la industria de la construcción y conocer qué tipo de producción es; Basado en los principios del Lean Construction o construcción limpia, que es una filosofía de producción que intenta reducir pérdidas y variabilidad en los procesos y buscar permanentes aumentos en el valor de los mismos. Alarcón (2003) establece que “Esto se logra en parte con un manejo más efectivo de los flujos de recursos e información en los proyectos donde la planificación juega un rol fundamental”. Lo que significa que la planificación no solo se usa para controlar el cumplimiento de plazos y el avance de los proyectos, sino como una herramienta fundamental para controlar interdependencias entre procesos, reducir la variabilidad de los mismos y asegurar el mayor cumplimiento posible de las actividades de un plan.

Lean Construction adopta una serie de estándares emanados de la empresa manufacturera. La industria de la construcción observó por mucho tiempo, de manera expectante, cómo el mundo oriental le entrega una gran cantidad de ideas, filosofías y prácticas al mundo occidental. La nueva filosofía de producción ha demostrado que las nuevas técnicas difundidas ampliamente en otras industrias, como la automotriz, podían ser implementadas de forma exitosa en la industria de la construcción. Según Alarcón (2003) “Experiencias internacionales han demostrado que la implementación de la filosofía Lean Construction, puede mejorar la coordinación de todos los agentes

participantes en el proyecto y por ende aumentar la veracidad de éste”. Para este propósito se ha adaptado a las condiciones de las empresas Peruanas el concepto de un sistema de control de producción denominado “El Último Planificador”; usado como herramienta para manejar etapas entre los procesos y evitar su variabilidad, en donde se rediseñan los sistemas de planificación convencionales, para lo cual participan nuevos estamentos, incorporando en algunos casos a capataces, subcontratistas, y otros actores claves en el proceso con el fin de lograr compromisos en la planificación y asegurar el mayor cumplimiento posible de las actividades.

Para esto, Last Planner agrega etapas al proceso de planificación, creando fases intermedias de ajuste y apoyo, subdivide su programación de largo plazo o plan Maestro, en planificación intermedia y plan semanal.

En Last Planner se debe analizar, antes de tomar la decisión de ejecución del trabajo, lo que “puede” hacerse realmente, antes de decidir lo que “se hará”. Con esto se compromete solo la faena que pueda ser realizada, protegiendo a la producción de la incertidumbre. La confiabilidad de este plan mejora el desempeño, no solo de la unidad que está siendo ejecutada sino también de las que vendrán más adelante.

Las asignaciones de trabajo del último planificador, son las que determinan el desempeño de un equipo de trabajo específico. Sin embargo, su impacto no llega sólo hasta ahí, sino que se propaga hacia las cuadrillas que efectúan actividades posteriores o que trabajan en paralelo en estrecha coordinación. Cuando un grupo no cumple la tarea comprometida no sólo afecta su propio desempeño si no el de todos los que contaban con este trabajo terminado para poder ejecutar el propio.

El buen funcionamiento de un sistema de planificación y control de producción, depende no solo del sistema en sí, sino del logro de los compromisos confiables con la planificación. Los compromisos en el sistema del últimoplanificador dicen relación con la obligación que asumen los involucrados en el proceso de planificación de cumplir las actividades y acciones que han sido asignadas. Estas obligaciones o compromisos están vinculadas a la realización de actividades dentro del nivel más bajo de la planificación que se denomina plan de trabajo semanal y está estrechamente relacionada con las

operaciones de terreno, esto es, la ejecución de obra, lo genera una planificación de compromiso que da lugar a un plan de trabajo semanal.

Finalmente, este trabajo tiene como objetivos promover la comprensión y el uso de estrategias de mejoramiento a través de herramientas formales, además de indicadores de desempeño del proceso de planificación. Identificando las fuentes de pérdidas de las etapas productivas y la causa raíz de las principales falencias de manera de desarrollar un mejoramiento continuo en el proceso de planificación.

Para esto se demuestra a través de la implementación del sistema Last Planner dentro del Sector Retail, que tipos de procedimientos son útiles para llevar a cabo un análisis de los procesos constructivos, detectar fallas importantes y efectuar una mejora continua dentro de los procesos.

Conocer efectivamente de que manera afectan al desarrollo de la obra la creación de los distintas etapas de programación del sistema de planificación y control de producción.

Definir de qué forma se involucran los participantes de la planificación y cuál es el rol de cada uno dentro del proceso de implementación del sistema Last Planner.

Evaluar de qué forma este sistema beneficia la comunicación entre los distintos entes planificadores y de qué manera asegura la transmisión de información.

Antecedentes y Fundamentación Científica de Implementación del Sistema del Último Planificador (Last Planner System) en Empresas Constructoras.

Experiencias en Estados Unidos.

Este sistema se comenzó a implementar en los Estados Unidos, ya que ahí fue donde se creó el Sistema del Último Planificador (Last Planner System).

Algunos de los proyectos donde se implementó este sistema son:

- **Proyecto Next-Stage:** El proyecto consistía en el diseño y construcción de un conjunto de anfiteatros en distintas ciudades de Estados Unidos. Para el análisis se escogió el Texas Showplace, ubicado en Dallas. El tiempo de implementación y medición fue de 4 meses. El PPC fue medido cada 14 días y el promedio obtenido fue de un 57%. El bajo PPC promedio se debió a que no se registraban todas las causas de no cumplimiento (CNC), lo que les impedía aprender de los errores cometidos en forma oportuna. Las principales CNC fueron la falta de cancha y tiempo insuficiente para ejecutar el trabajo. Este tipo de causas son resultado de malas asignaciones de calidad, al no ejecutarse la cantidad programada de una actividad o no tener cancha para realizarla. Una de las lecciones aprendidas, fue la importancia de tener una ventana de Planificación Intermedia (Lookahead) donde se detalle, en forma específica, qué abarca cada actividad y qué restricciones posee, para evitar que la actividad no se realice por no tener levantada una restricción. Es muy importante que el personal entienda el Sistema del Último Planificador (Last Planner System) y que manifiesten un verdadero compromiso con esta metodología de trabajo.
- **Proyecto One-CCSR:** El proyecto consistía en un laboratorio que se construyó para la Universidad de Stanford. El tiempo de implementación y medición fue de 2 ½ meses. El PPC fue medido cada 7 días y el promedio obtenido fue de un 64%. La tendencia del indicador fue a mejorar, siendo las principales causas de no cumplimiento motivos climáticos (lluvia), prerrequisitos y problemas con los subcontratistas. Una de las lecciones aprendidas fue la importancia de incorporar a los subcontratistas en el proceso de planificación y seleccionarlos no sólo por la oferta

económica, sino también por su habilidad y disponibilidad para participar en el Sistema del Último Planificador (Last Planner System). De esta manera, cada subcontratista tendrá el estado de las restricciones de cada una de las actividades que deba realizar, controlando qué es lo que necesita y cuándo lo necesita; además se le creará la conciencia de que, si él se atrasa, todas las unidades productivas que vienen detrás de él también se atrasan. Otra lección aprendida fue el discutir en las reuniones semanales las causas de no cumplimiento de las planificaciones y las acciones correctivas. Esto debe ser incorporado en cualquier implementación, ya que es la base para un aprendizaje y mejora continua, a partir de los errores cometidos.

- **Proyecto del Edificio de Química en la Universidad de Rice:** El proyecto consistía en la construcción del Edificio de Química en la Universidad de Rice, ubicado en la ciudad de Houston, Texas. El tiempo de implementación y medición fue de 29 semanas. La primera semana se obtuvo un PPC de 52%, logrando mejorar y estabilizarse aproximadamente en la semana 8, con un PPC promedio de un 80%. Las principales CNC fueron escasez de mano de obra y fallas en la liberación de las restricciones. Se involucró a todos los subcontratistas y al cliente, quedando claro que el compromiso era una herramienta muy efectiva para lograr una buena implementación y un mejoramiento en el proceso de planificación. Se logró una mejora en el PPC mediante la utilización de incentivos sencillos. Como lección aprendida se tiene que la incorporación y compromiso de todos los participantes del proyecto es esencial a la hora de implementar el Sistema del Último Planificador (Last Planner System). Además, los incentivos pueden ayudar a lograr este compromiso de una manera más rápida y efectiva.

En Colombia se han hecho estudios realizados por Luis Fernando Botero Botero y Martha Eugenia Álvarez Villa, ambos pertenecientes al Grupo de Investigación en Gestión de la Construcción de Colombia, aplicando el Sistema del Último Planificador (Last Planner System) en proyectos de construcción en la ciudad de Medellín.

Participaron 7 empresas con un total de 12 proyectos de viviendas y a cada proyecto se le revisó el programa maestro y se le elaboró una Planificación Intermedia (Lookahead)

para una ventana de 5 semanas. Se realizó la planificación semanal con la participación de los últimos planificadores de cada obra y semanalmente se realizaron reuniones para verificar el cumplimiento del programa semanal y las causas de no cumplimiento. El tiempo de implementación y medición fue de entre 3 y 9 meses. El PPC promedio fue de un 75%. Algunas obtuvieron un PPC superior al 80%, pero ninguna mostró cifras inferiores al 60% como promedio. Las principales causas de no cumplimiento fueron fallas por parte de los subcontratistas y la falta de cancha, que sumaron un 44% de las CNC.

Como lección aprendida se tiene que el compromiso es un pilar fundamental en la implementación exitosa de este sistema. A medida en que se avanza en la implementación del nuevo sistema, la confiabilidad aumenta. Mientras mayor es el tiempo de implementación, mayor grado de conocimiento del sistema tiene el personal y el hecho de poder apreciar los progresos, hace que estos se motiven a continuar mejorando.

En Chile el Centro de Excelencia de Gestión de Producción (G.E.P.U.C.) de la Pontificia Universidad Católica de Chile, desde el año 2000, ha llevado a cabo programas que buscan introducir los principios del Lean Construction y el Sistema del Último Planificador (Last Planner System) en empresas constructoras chilenas. El tiempo de implementación del Sistema del Último Planificador (Last Planner System) en estas empresas varió desde 1 hasta 15 meses. El promedio del PPC alcanzado fue de 65%.

Algunos de los proyectos donde se implementó este sistema son:

- **Proyecto de Extensión de la Universidad Diego Portales:** El tiempo de implementación y medición fue de 3 meses. El PPC promedio obtenido fue de un 59%. La principal CNC fue la mala planificación, ya que el programa semanal era impuesto y no se logró materializar en un compromiso confiable de parte de los últimos planificadores. Esta causa alcanza el 46% del total de las CNC. Como lección aprendida se tiene que es fundamental motivar la participación de todos los involucrados en la obra para lograr un adecuado nivel de compromiso de parte de ellos con respecto a las metas.
- **Proyecto Edificio de la Marina de Chile:** El proyecto consistía en la renovación del edificio de la Marina de Chile, ubicado en la V región del país. El tiempo de

implementación y medición fue de 3 ½ meses. El PPC se midió en forma semanal y el promedio obtenido fue de 82%. Las principales CNC se fueron fallas en los compromisos adquiridos por parte de los subcontratistas y la indefinición del proyecto, alcanzando un 28% del total cada una. Como lección aprendida se tiene que es necesario incorporar a los subcontratistas en la implementación del Sistema del Último Planificador (Last Planner System), ya que no basta que sólo los trabajadores de la empresa lo hagan pues la construcción se basa en el trabajo en equipo y, si una parte falla, todos se ven afectados de una u otra manera.

- **Proyecto Industrial:** El proyecto consistía en un montaje industrial liviano de galpones de 200 m² cada uno. El tiempo de implementación y medición fue de 3 meses. El PPC promedio obtenido fue de un 89%. Las CNC fueron responsabilidad en un 38% del cliente, en un 24% del contratista general y en un 38% de los subcontratistas. Se incrementó la participación de ellos en las reuniones semanales de planificación e incluso se incentivo que los subcontratistas midan y lleven registro de su propio índice de productividad, lo cual fue beneficioso para todo el proyecto. Como lección aprendida se tiene que se justifica plenamente el incorporar a los diferentes actores del proyecto en el proceso de planificación para obtener un mejor control en el flujo de trabajo y mejorar considerablemente el PPC.

En Lima, muy pocas empresas han implementado este sistema, siendo las que lo han hecho mayormente empresas muy grandes o extranjeras. Algunas han implementado partes de algunos componentes del Sistema del Último Planificador (Last Planner System), pero al no estar el sistema completo, junto con la filosofía que lo sustenta, no obtienen los resultados que se podrían conseguir si estuviera bien implementado. Y es que a diferencia de otros países de la región, en el Perú no existe una entidad que promueva este tipo de mejoras la gerencia de la producción, que enseñe y lo difunda, como hay en Chile (el G.E.P.U.C., de la Universidad Católica de Chile), en Colombia (el Grupo de Investigación en Gestión de la Construcción, de la Universidad EAFIT), en Brasil (el Lean Institute y la Universidad UFRGS de Porto Alegre), entre otros.

Una de las pocas empresas que ha implementado el sistema de una manera coherente y completa, consiguiendo muy buenos resultados, es Graña y Montero bajo la guía del Ing. Jorge Luis Izquierdo Ramírez. Actualmente, en todos los proyectos de edificaciones de G y M, se ha normado como método de trabajo el utilizar el Sistema del Último Planificador (Last Planner System). Al iniciarse la implementación, el mayor énfasis se le dio a la capacitación y entrenamiento del personal de obra, ya que si en ese nivel no se entendía lo que se quería hacer, el esfuerzo hubiera sido en vano. Se preparó un programa piloto, que tuvo buenos resultados por lo que se expandió a más proyectos. El tiempo de implementación y medición fue de entre 6 y 10 semanas. El PPC promedio inicial fue de un 65% llegándose a obtener hasta un 95% como promedio final. Las principales causas de no cumplimiento anteriores a la implementación del sistema eran fallas en la planificación, ingresando actividades a la planificación semanal sin haberle levantado todas las restricciones. Luego de implementado el sistema, las principales causas de no cumplimiento fueron cambios de prioridades por parte del cliente y el incumplimiento de los plazos por parte de los contratistas y subcontratistas.

Como lección aprendida se tiene que la implementación tiene que ir dirigida a las personas, ya que son las encargadas de hacer el trabajo y si no se les capacita y entrena adecuadamente, el sistema no va a funcionar. Otra lección aprendida es que mientras más joven sea la persona a la que se le capacitara, más facilidad habrá para que esta adopte esta nueva forma de trabajo. Cabe indicar que el Sistema Último Planificador (Last Planner System) se implementó conjuntamente con otro sistema de producción, llamado Tren de Actividades. la justificación de la investigación es:

- Satisfacer las necesidades del sector construcción, disminuyendo tiempo, costo, calidad y producción con la implementación del Last Planner System
- Mejorar la planificación, el diseño y la construcción aplicando el Sistema Last Planner basada en la filosofía Lean Construction.
- La presente investigación implementara la documentación, medición y control de procedimientos en la comparación del LPS y el sistema tradicional en la construcción de una tienda comercial Makro supermayorista Comas - Lima.

- Esta investigación nos ayuda a la gestión de la planificación, aplicación, cumplimiento, análisis y retroalimentación constante en el sector construcción. ELPROBLEMA:

¿Cuáles serán los resultados en la comparación del Last Planner System y el sistema tradicional en la construcción de una tienda comercial Makro Supermayorista?

El Objetivo general:

Realizar un estudio comparativo entre la Implementación del Last Planner System y el Sistema tradicional en la construcción de una tienda comercial Makro Supermayorista.

Objetivos específicos:

- Realizar una exposición de la teoría de Last Planner.
- Realizar un análisis del uso del sistema Last Planner en la construcción de una tienda comercial Makro Supermayorista.
- Propuesta para implementar el sistema:
- Definir los procedimientos de planificación.
- Determinar la eficiencia de implementar el Last Planner System en la construcción de la tienda comercial Makro Supermayorista.
- Comparar el Last Planner System y el Sistema tradicional.

METODOLOGIA

Aspectos Históricos

Los primeros pensamientos de Lean Construction como filosofía de trabajo tienen sus orígenes en Japón cerca del año 1950, los cuales fueron aplicados en el denominado sistema de producción Toyota, particularmente en la creación de un telar automático instaurado por Sakichi Toyoda cuyo objetivo era mejorar la vida de los operarios liberándolos de las tareas repetitivas. Basándose en este invento, en innovaciones y patentes subsiguientes, la familia Toyoda fundó una empresa textil (Okawa Menpu) en Nagoya que luego se convirtió en Toyota Motors Company. Las ideas fundamentales en el sistema de producción de Toyota son la eliminación de inventarios o pérdidas, limitación de la producción a pequeñas partes, reducir o simplificar su estructura de producción, utilización de máquinas semiautomáticas, entre otros.



Figura N°01: método utilizado por Toyota

En Japón los aspectos de calidad han sido implementados bajo la dirección de consultores americanos como Deming, Juran y Feigebaum. Su filosofía de calidad se desarrolló basada en un método estadístico de garantía de calidad, lo que permitió un acercamiento mucho más amplio del alcanzado hasta ese momento, en el que se incluyeron ciclos de calidad y otras herramientas que fueron desarrolladas en sus empresas.

Estas ideas fueron ampliadas y refinadas por ingenieros industriales a través de un largo proceso de intentos y errores; en donde no se logró establecer una base teórica, sino hasta principios de los años 80, ya que la información que tenía el mundo occidental era muy limitada, sin embargo, debido al cambio en la mentalidad de la industria automotriz las ideas fueron difundidas a Europa y Norteamérica aproximadamente en el año 1975.

Durante la década de los 80s se publicaron una serie de textos para estudiar y analizar el acercamiento hacia la nueva filosofía en forma más detallada (Deming1982,

Shonberger 1982, Shonberger 1986, Henos 1988, O`Grady 1988, Garvin 1988, Berangér 1987, Edosomwan 1990). Luego de diez años de estudiarla e implementarla se le dieron varios nombres como “La fabricación de la clase mundial” o “Producción Flexible”.

Se le llegó a conocer hacia los años noventa como “Lean Producción” y se observó que tenía un gran potencial para ser aplicada en otros campos, no solo se limitaba a la industria.

A la industria de las obras civiles llegó hacia 1997 cuando el Finlandés Lauri Koskela planteo en su tesis de doctorado, “Application of the New Production Philosophy to Construction”, una nueva forma de administrar este tipo de proyectos tomando como base conceptos avanzados de la administración moderna (Benchmarking, Mejoramiento continuo, Justo a Tiempo) y llevándolo a la construcción, a este nuevo enfoque se le conoció como “Lean Construction” o “Construcción sin pérdidas”.

En el año 2000 apareció una herramienta muy importante que entró a complementar todas las ideas planteadas por el doctor Koskela, esta fue desarrollada en la tesis de doctorado de la universidad de Birmingham por el profesor Glenn Ballard, llamada “Last Planner” o “Ultimo Planificador” se considera fundamental en la programación de proyectos.

Actualmente Estados Unidos y la mayor parte de los países europeos aplican la metodología Lean Construction, en Suramérica los países que muestran más avance en el tema de Lean son Brasil y Chile. En el Perú, seis empresas peruanas (Graña y Montero, Coinsa, Copracsa, Edifica, Marcan y Motiva, aplican las técnicas de la filosofía de Lean Construction en la gestión de sus proyectos desde ya hace varios años, conjuntamente con la Pontificia Universidad católica del Perú, han decidido unir esfuerzos, para compartir sus conocimientos y difundir estos principios en la industria de la construcción de nuestro país , teniendo como objetivo principal contribuir a elevar el nivel de profesionalismo y eficiencia de nuestro sector.

Para ello el 15 de febrero del 2011 se creó el Capítulo Peruano del LCI, en el cual cuenta con el aval y respaldo del Lean Construction Institute de los Estados Unidos.

Producción sin pérdidas o Construcción Limpia.

A diferencia de la actividad manufacturera donde el ritmo de producción es dominado principalmente por las maquinas utilizadas en dichos procesos de elaboración, la construcción depende de la administración de los flujos de información y de recursos. Esto se debe a que la mayoría del trabajo se realiza en terreno, algunas de sus organizaciones son de carácter temporal, además, al uso intensivo de mano de obra y equipos no estacionarios. La organización, planificación, asignación y control de estos recursos es lo que determina finalmente la productividad que pueda lograrse. Pese a esta realidad hasta ahora el modelo conceptual utilizado para analizar la construcción, es un modelo de conversión de entradas y salidas que ignora aspectos importantes de flujo de información y recursos, siendo este tipo de modelos los que han limitado la propagación de nuevas tecnologías y filosofías de producción, sin embargo los avances desarrollados recientemente en la industria japonesa, y actualmente expandida en Europa y Estados Unidos, están basados en filosofías de producción que consideran explícitamente los flujos de información y recursos.

La industria de la construcción representa un sector clave en la economía y desarrollo nacional y enfrenta grandes retos como son competir con empresas extranjeras, la escasez de mano de obra calificada, entre otros. La respuesta a estos desafíos requiere de un urgente aumento de productividad, la calidad, y la incorporación de nuevas técnicas.

Concepto de producción sin pérdidas.

La nueva filosofía promueve un mejoramiento continuo en los procesos productivos a través de una reducción de pérdidas (tiempo, procesos innecesarios, recursos, etc.) y un incremento en el “valor” (calidad, avance, productos terminados, etc.).

Ciertamente, la celeridad del cambio y la complejidad ambiental elevan las presiones competitivas y aumentan el interés por encontrar la forma organizacional y la estrategia adecuada para lograr ventaja competitiva, las características de este modelo han sido resumidas por diversos autores Womack J.P., Roos D. 1990;

Stamm C.L. 1991; Bonnazzi G., 1993 en los siguientes términos:

- Eliminación de los recursos redundantes considerados como pérdidas, la diferencia con el modelo tradicional reside en la necesidad de menos espacios, menos movimientos de materiales, menos tiempo para preparar las maquinarias, menos sistemas informativos y tecnología más precisas, el suministro justo a tiempo (JIT) de los materiales que se van a utilizar es la forma de conseguir esos objetivos, el JIT también regula la relación con el cliente final y los programas de producción que son elaborados con el objeto de que presenten la mayor flexibilidad posible a las variaciones del mercado.
- Los subcontratistas son preferidos no por el costo total de su trabajo, sino dependiendo de su capacidad para colaborar con la empresa. El resultado es el “desarrollo de una compacta red cooperativa basada en relaciones de confianza, de reciproca transparencia y contratos a largo plazo”.
- La participación del personal en la toma de decisiones sobre la producción, lo que hace suponer que hay una notoria capacidad profesional de los trabajadores, la cual no se limita a la destreza en las operaciones rutinarias sino que se manifiesta en la “multi especialización de los trabajadores”, en la decisión autónoma de interrumpir el flujo cada vez que se observan anomalías y defectos, con el propósito de eliminarlos de inmediato y en la colaboración para solucionar los problemas planteados por la introducción de innovaciones tecnológicas.
- El objetivo de la Calidad Total o cero Defectos, sin aumento de costos se basa en el concepto de que la eliminación de un defecto es tanto más rápida y económica, cuanto más pronta sea su detección. La consecuencia es que la calidad se incorpora al proceso productivo con la progresiva eliminación de los controles posteriores. Las diversas fases del proceso se conciben como una relación entre el proveedor y el cliente regulada por la autocertificación de la calidad del material o de la prestación efectuada.

Hay un mejoramiento continuo pues cada uno de los aspectos del proceso de producción está sujeto a discusión y experimentación de posibles soluciones.

Finalmente, el sistema de premios se basará en incentivos grupales por innovación y producción de alta calidad de la producción en lugar de incentivos para la productividad individual. El control debe ser la autorregulación, tendiendo a disminuir los controles externos, tales como inspecciones técnicas y controles de calidad a la ejecución.

La diferencia primordial entre la filosofía gerencial tradicional y Lean Construction es principalmente conceptual, la nueva filosofía considera la producción como flujo de materiales y/o información desde la materia prima hacia el producto final.

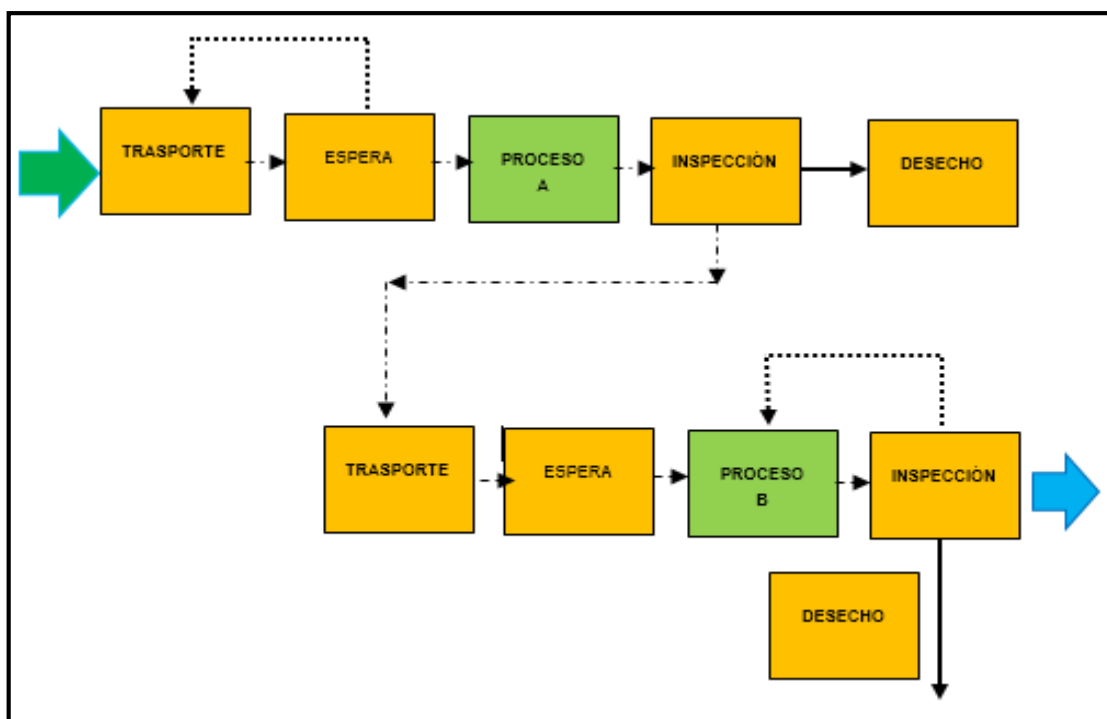


FIGURA N°02: Flujo de Producción

En este flujo, el material es procesado (convertido), inspeccionado, está en espera o está siendo transportado. Los procesos representan los aspectos de conversión dentro de la producción, mientras que la inspección, transporte y las esperas representan los aspectos de flujo dentro de la producción.

El proceso de conversión, que es donde la materia prima se procesa hasta el producto final, se puede dividir en los sub-procesos que a la vez también son procesos de

conversión. Por ejemplo, la ejecución de una estructura se puede subdividir en la ejecución y formas, corte, embalaje, montaje de armaduras, etc.

Los procesos de flujos, son procesos de soporte (contribuyen o no a la conversión), estos pueden ser caracterizados por su duración, costo o valor. El valor se refiere a la satisfacción del cliente frente a sus requerimientos, por otro lado, el esfuerzo de minimización del costo total de un proceso será enfocado en la minimización del costo de cada sub- proceso por separado.

Entonces se puede decir, que solo las actividades de procesamiento son actividades que agregan valor a un producto, por ejemplo, transportar materiales a un lugar en que pueden ser convertidos en forma valorizables por los clientes añade valor en cierto sentido al producto final. Sin embargo, no está demás mencionar que el cliente no notara diferencia si los materiales componentes del producto fueron transportados unos metros o varios kilómetros. De esta misma forma solo será necesaria la inspección en ciertas etapas de la producción.

Principios de Lean Construction.

Como parte de la nueva filosofía de producción, un número importante de principios fueron planteados por Lauri Koskela en 1992, para el centro de investigación técnico de Finlandia.

Los principios de Lean Construction según Lauri Koskela (Sep.1992) son:

1. incrementar la eficiencia de las actividades que agregan valor.
2. Reducir la participacion de actividades que no agregan valor (“pérdidas”).
3. Aumentar el valor del producto considerando los requerimientos del cliente.
4. Reducir la variabilidad.
5. Reducir el tiempo del ciclo.
6. Minimizar los pasos de manera de simplificar el proceso.
7. Incrementar la flexibilidad de las salidas.

8. Incrementar la transpparencia de los procesos.
9. Enfocar el control de los procesos al proceso completo.
10. Introducir el mejoramiento continuo de los procesos.
11. Referenciar permanentemente los procesos (BenchMarking)

Incrementar la eficacia de las actividades que agregan valor.

El aumentar la eficacia de las actividades que agregan valor, es decir, todas aquellas actividades componentes del producto final, significa que la medida de utilización de los recursos debiese ser óptima correspondiendo esta, a la razón entre los recursos programados y los realmente consumidos.

Reducir la participación de actividades que no agregan valor (“perdidas”).

Pareciese haber tres causas que originan este tipo de actividades; el diseño, la ignorancia, y la naturaleza inherente de producción en la construcción.

La gran mayoría de los principios están dirigidos a eliminar las actividades que no agregan valor. Sin embargo, es posible combatir las pérdidas más visibles con la mejora de la eficacia de las actividades de conversión de los flujos o simplemente con la eliminación de algunas actividades que son de flujo. Para aplicar este principio es necesario crear diagramas de flujo de procesos constructivos claves, es decir, se realiza un diagrama de flujo de lo que se está haciendo actualmente, este se analiza y se mejora, eliminando lo que esta demás, luego se entrena al personal para aplicar el sistema mejorado y buscar la manera de llegar a un sistema óptimo.

Cabe precisar que este principio de eliminación de actividades de flujo no debe ser llevado al extremo, existen diversas actividades que no agregan valor en forma directa al producto final requerido por el cliente, pero son indispensables para la eficacia global de los procesos como es el caso, por ejemplo, entrenamiento de la mano de obra, control dimensional, entre otros.

Aumentar el valor del producto considerando los requerimientos del cliente.

El valor del producto se puede incrementar a través de la consideración sistemática de los requerimientos del cliente. La generación de valor es un aspecto que caracteriza los procesos en la construcción limpia y está directamente vinculado a la satisfacción del cliente. Así, un proceso solamente genera valor cuando las actividades transforman las materias primas en componentes de los productos. Es por esto que los datos relativos a los requisitos y las preferencias de los clientes deben estar disponibles en el proyecto, siendo estas conseguidas por medio de las investigaciones de mercado con los potenciales compradores o después de la entrega de las construcciones. Tal información debe ser comunicada claramente a los proyectistas a través de planillas y en diferentes reuniones a través de las etapas del proyecto.

Reducir la variabilidad.

Todos los procesos de producción son variables, sobre todo en el contexto de la construcción debido al carácter único del producto y a las condiciones locales que caracterizan una obra. Existen dos motivos para reducir la variabilidad, en primer lugar del punto de vista del cliente, un producto uniforme siempre es mejor.

Bendell (1989) propone “cualquier desviación de un valor objetivo en el producto causa una pérdida al cliente”. Y, en segundo lugar, desde el punto de vista de la producción, la variabilidad principalmente de la duración de ciertas partidas, aumenta el volumen de actividades que no agregan valor. Estas pueden ser causadas por la interrupción de los flujos de trabajos, producida por el entorpecimiento entre los equipos, por ejemplo, esto ocurre cuando un equipo deparada una actividad que es importante en un proceso, obstruyendo la entrada al equipo que llevara a cabo la partida siguiente. También pueden originarse por la no aceptación del producto realizado fuera de las especificaciones entregadas por los clientes, lo que provoca un trabajo rechazado.

Existen diferentes tipos de variabilidad encerrados en un proceso de producción:

Variabilidad en los procesos anteriores

Relacionada con las alteraciones en la entrega de un recurso por parte de los proveedores. Ejemplo: palmetas de cerámicas con gran variación de dimensiones.

Variabilidad en el propio proceso

Relacionada a la ejecución de un proceso Ejemplo: variabilidad en la duración de ejecución en una determinada actividad, a lo largo de varios ciclos.

Variabilidad en la demanda

Relacionada con las pretensiones y necesidades de los clientes. Ejemplo: determinados clientes solicitan cambios en un proyecto de edificación cuando este está en ejecución.

Reducir el tiempo de ciclo.

En cuanto a la reducción del tiempo de ciclo. El tiempo es una medida natural para los procesos de flujo, según Krupka (1992) “entrega una visión más útil y universal que el costo o la calidad ya que puede ser usado de mejor forma para la mejora de los otros dos”.

La reducción del tiempo de ciclo es un principio que puede ser definido como la suma de todos los tiempos, transporte, espera, procesamiento e inspección, para producir un determinado producto, la aplicación de este principio está fuertemente relacionado con la disminución del tiempo disponible de tal manera de forzar la eliminación de actividades de flujo.

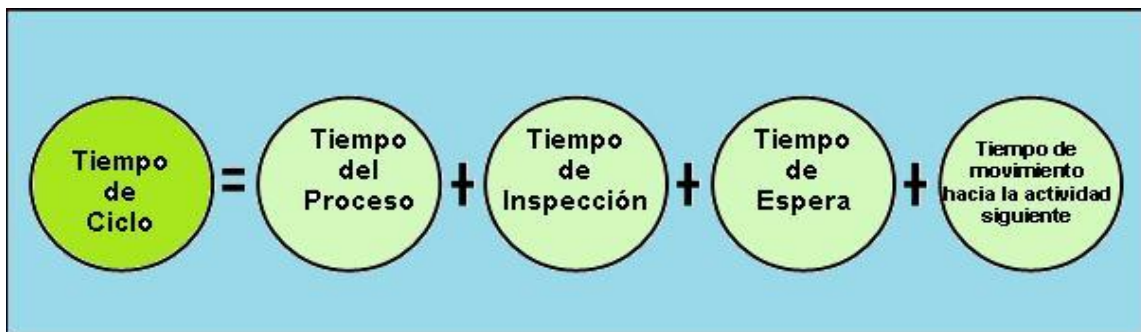


Figura N°03: Tiempos que componen el ciclo del proceso completo.

La reducción del tiempo de ciclo abarca un amplio grupo de **acciones** tales como:

- Reducción o eliminación de actividades de flujo que hacen parte del ciclo de producción.
- Concentración de esfuerzos en la producción en un menor número de unidades a través de una planificación y control de producción.
- Cambios en la relación de precedencia entre actividades, eliminando interdependencias entre las mismas de manera que puedan ser ejecutadas en paralelo.

La reducción del tiempo de ciclo trae como **consecuencia**:

- **Entrega más rápida a los clientes:** en lugar de que todos los equipos estén dispersos en una obra, deben estar localizados de forma ordenada en pequeños grupos de unidades o actividades, de manera de crear lotes de producción menores, estos tienden a reducir los costos financieros ya que en la mayoría de los casos los clientes eligen la empresa que les ofrece un producto en menos plazo.
- **Gestión de los procesos más fáciles:** el volumen de los productos almacenados en menor stock o que tienden a disminuir según el trabajo, permiten llevar un control de la producción y la utilización del espacio físico.
- **El efecto aprendizaje tiende a aumentar:** como los lotes son menores, no hay tanta sobre posición en la ejecución de distintas actividades, por lo que se pueden encontrar los errores más rápidamente y así identificar las causas de los problemas para ser corregidas, de este modo el aprendizaje obtenido de las primeras unidades puede ser usado para mejorar las unidades siguientes.
- **Las estimativas de las futuras demandas son más precisas:** como los lotes de producción son menores se da por concluido que los plazos son reducidos. Por lo que se da que la empresa trabaja con una estimativa más precisa de la demanda lo que toma un sistema de producción más estable.

- **El sistema de producción se vuelve menos vulnerable en torno a la demanda:** se puede obtener un cierto grado de flexibilidad para la atención de la demanda, sin elevar sustancialmente los costos, pues algunas alteraciones solicitadas en los productos pueden ser implementadas fácilmente en las unidades posteriores.

Minimizar los pasos de manera de simplificar el proceso.

Cuanto mayor es el número de componentes y pasos de un proceso mayor es la cantidad de actividades que no agregan valor y que pueden ser eliminadas por unidades independientes (equipos multidisciplinarios y autónomos). La simplificación del proceso incluye, el acortamiento de los flujos por la consolidación de actividades repetitivas, donde se debe evaluar constantemente la calidad y el grado de aprendizaje de la mano de obra mediante sistemas de calificación del personal. Además reducir la cantidad de partes del producto mediante cambios de diseño o partes prefabricadas, estandarizar ciertos materiales, herramientas, etc.

Incrementar la flexibilidad de las salidas.

El aumento de la flexibilidad en la salida también está vinculado a los conceptos de procesos como generador de valor. Este principio se refiere a la posibilidad de alterar las características de los productos entregados a los clientes, sin aumentar el costo de estos. Esto se puede generar con los siguientes puntos:

- Disminución de los tiempos de ciclos a través de la reducción del tamaño de los lotes.
- Uso de una mano de obra apropiada, capaz de adaptarse fácilmente al cambio de la demanda.
- Manejo de procesos constructivos que permitan la flexibilidad del producto sin grandes daños para la producción.

Incrementar la transparencia de los procesos.

Este principio puede ser utilizado como un mecanismo para aumentar la integración de la mano de obra en el desarrollo de mejoras. La carencia de transparencia en el proceso aumenta la posibilidad de errar y disminuye la motivación para mejorar, así el objetivo es

tratar de hacer la producción más transparente para facilitar el control y el mejoramiento, según Stalk y Hout (1989) “hacer que el flujo principal de operaciones, de principio a fin sean más visibles y comprensibles para todos los involucrados”.

Algunos de los esfuerzos para mejorar la transparencia de los procesos son:

Hacer los procesos directamente observables, ya sea incorporando planos apropiados, fechas programadas, normas o desviaciones de ellas, de tal manera que estén distribuidos en la obra para que todo el personal tenga acceso a esta información.

Enfocar el control de los procesos al proceso completo.

En construcción cada supervisor del proceso entrega su visión de cómo deben ser hechas las cosas trayendo como resultado muchas veces la incertidumbre en los trabajadores. Los compromisos en la planificación solucionan en parte el control del proyecto completo. El sistema del Ultimo Planificador es el encargado de dar paso a la generación de los compromisos mediante reuniones de planificación periódicas.

Existen al menos dos exigencias previas para el control orientado sobre el proceso completo; primero debe ser medido y en segundo lugar es importante que exista una autoridad de control para el proceso completo, para enfocar este control es primordial elegir a los proveedores y contratistas capaces de asumir un compromiso con la obra completa y no solo de manera individual.

Introducir el mejoramiento continuo de los procesos

La búsqueda de la reducción de pérdidas en un proceso y el trabajo por agregar valor en la gestión de este, es de carácter constante y tiende a ir acrecentándose, debiendo ser conducido por un grupo responsable capaz de guiar a su personal y discutir o experimentar posibles soluciones a distintos aspectos de un proceso de producción. El trabajo en equipo y la gestión participativa son parte de los requisitos esenciales para la introducción de las mejoras continuas en las etapas. También la estandarización de los procedimientos es una forma de consolidar las prácticas constructivas y servir de

referencia para futuras mejoras. Además, el crear una metodología para identificar las causas de los problemas es la base para modelar los procesos.

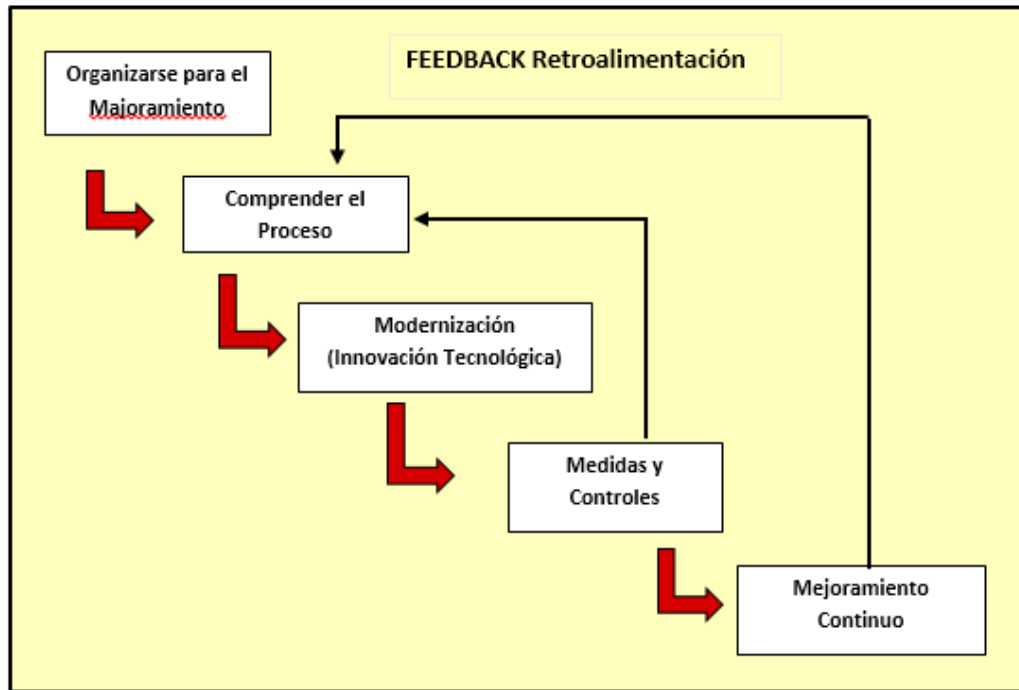


Figura N°04: Esquema simplificado del proceso de mejora continua.

Referenciar permanentemente los procesos. (Benchmarking).

Benchmarking es el nombre que recibe el proceso de clase mundial que a menudo sirve como estímulo para alcanzar el mejoramiento, ayudando a vencer rutinas y malas prácticas en la ejecución de los proyectos, esta metodología ha sido detallada extensamente por Robert Camp (1989) y en Chile destaca la experiencia de la Cámara Chilena de la Construcción impulsando el “Sistema Nacional de Benchmarking” en donde se referencian los procesos, variables y resultados de las empresas participantes mostrando sus índices de productividad y compitiendo por un mejor lugar en el ranking de empresas chilenas.

Los pasos básicos del Benchmarking son los siguientes:

- Saber del proceso, evaluar las fuerzas y debilidades de los subprocesos.
- Conocer acerca de los líderes de la industria o competidores, encontrar, entender y comparar las prácticas de los mejores.

- Adelantarse y combinar las fuerzas existentes con lo aprendido de las prácticas referenciadas.

Introducción al Sistema Last Planner o Ultimo Planificador.

Concepto del último Planificador.

Planificar consiste en especificar lo que será realizado y de qué forma se hará; por otro lado, controlar consiste en hacer que esto ocurra. Finalmente, el último planificador es quien define lo que se hará y quien realizara el trabajo, es decir, prepara las asignaciones de trabajo y a la vez controla el trabajo hecho por las unidades de producción. Bajo este contexto se logra notar que el último planificador es quien lleva la responsabilidad de verificar la capacidad de las unidades de producción, los rendimientos y la calidad de los productos; este trabajo es complejo y puede ser apoyado por el sistema del último planificador como ha sido comprobado en terreno por medio de implementaciones recientes en empresas chilenas.

El sistema del Ultimo Planificador es una herramienta dentro de la filosofía Lean Construction para controlar interdependencias entre los procesos y reducir la variabilidad de estos, con lo que asegura el mayor cumplimiento posible de las actividades planificadas.

Last Planner (SUP) es un sistema de control de producción en el cual se rediseñan los sistemas de planificación tradicionales incorporando nuevos estamentos con el fin de lograr compromisos en la planificación.

En concepto el último planificador es una persona determinada, que puede ser en la etapa de diseño el diseñador líder, en la etapa general de construcción el ingeniero del proyecto, en la construcción específica el capataz a cargo entre otros, de acuerdo con la definición de ultimo planificador es posible que estos sean también jefes de obra, supervisores, jefes de terreno, subcontratistas, jefes de sección, administradores de terreno, y muchas otras personas presentes en terreno.

Glenn Ballard, propone The Last Planner System que apunta fundamentalmente a aumentar la fiabilidad de la planificación y con eso mejorar los desempeños, así la

planificación debe determinar lo que se debe hacer, como se debe hacer, que acción debe tomarse, quien es el responsable de ella y por qué.

Según Ballard (1994). “en los esquemas convencionales de manejo de obra en construcción, se invierte mucho tiempo y dinero generando presupuestos y planificaciones de obra; el esfuerzo de planificación inicial se convierte durante la ejecución de la construcción en un esfuerzo de control. Todo funcionaria bien si viviésemos en un mundo perfecto”. Pero, como es sabido la planificación suele desviarse de lo propuesto prácticamente el primer día de la obra causando un efecto domino y perjudicando las actividades siguientes, por esto se genera la necesidad de replanificar gran parte del proyecto, al ir disminuyendo las holguras. Dentro de la planificación general se genera una presión mayor por terminar más rápido, esto hace que los costos de mano de obra y equipos suban radicalmente trayendo como consecuencia, el uso de una gran cantidad de recursos por lo que se obtiene una eficiencia muy baja para lograr terminar la obra en los plazos establecidos

El Sistema del Ultimo Planificador proporciona como respuesta a la costumbre de planear y controlar los proyectos de forma global, una serie de métodos para resolver en forma diferente, la falta de confiabilidad en las planificaciones, en principio el enfoque para resolver el problema es la planificación a tiempos más cortos, por lo tanto, más predecible y más segura.

Finalmente el Ultimo Planificador es la persona que directamente vigila el trabajo hecho por las unidades de producción, este es el responsable de la capacidad, del rendimiento y de la calidad de los productos realizados, las asignaciones de trabajo del Ultimo Planificador son las que determinan el desempeño de una cuadrilla o equipo específico. Sin embargo, su impacto no llega solo hasta ahí, sino que se propaga hacia las cuadrillas efectúan trabajos posteriores o que trabajan en paralelo en estrecha coordinación con el trabajo de una cuadrilla en particular. Cuando una cuadrilla no cumple el trabajo comprometido no solo afecta su propio desempeño sino, el de todas las cuadrillas que contaban con este trabajo complementado para poder ejecutar el propio.

El sistema del ultimo planificador tiene tres niveles de planificación donde se va refinando el plan y reduciendo la incertidumbre a través de una evaluación cuidadosa de lo que debiera hacerse y lo que efectivamente puede realizarse. De esta manera se mantienen los objetivos siempre presentes, ayudando a identificar y eliminar obstáculos para que el equipo del proyecto logre alcanzarlos. “La coordinación se logra a través de un proceso continuo de obtener y cumplir compromisos para la acción, de esta forma la planificación no es solo intensiones sino un trabajo activo de diseñar la forma en que el trabajo será realizado”. Alarcón (2003).

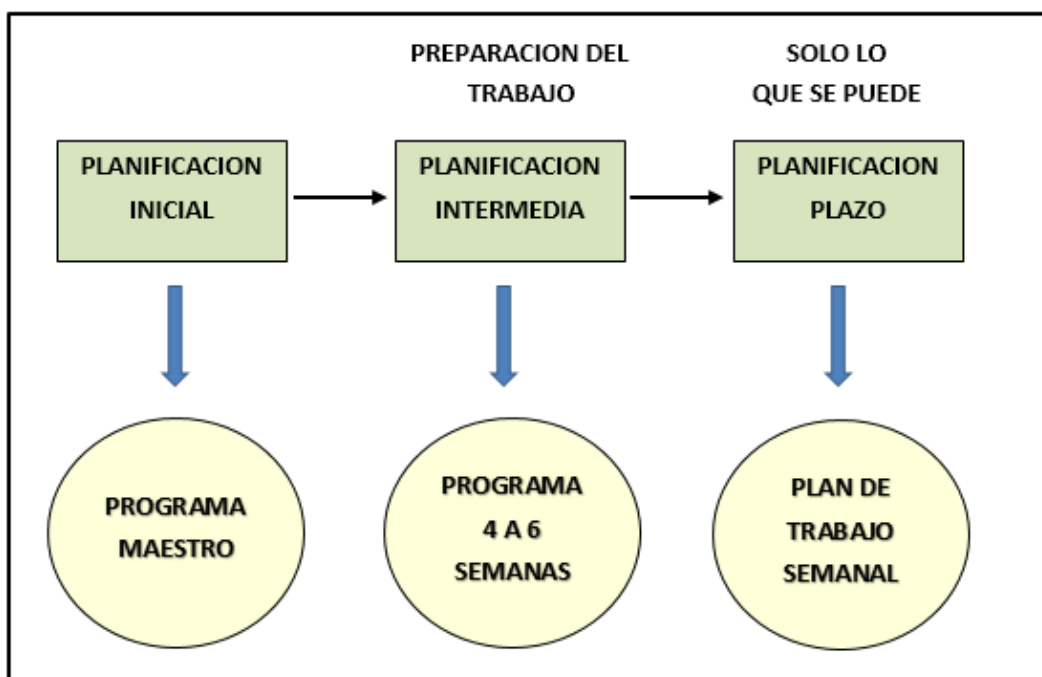


Figura N°05: Metodología Sistema Last Planner

La planificación y el control son dos herramientas esenciales para la construcción. Estas herramientas son realizadas por diferentes personas, en sitios diferentes dentro de la organización y durante varias veces en la vida del proyecto, una buena planificación debe ser enfocada hacia los objetivos globales y sus restricciones. Con el fin de disminuir la incertidumbre del programa ya que según Tommelein (1998) “La ausencia de variabilidad significa producción confiable”.

Actualmente existe una entidad (persona o grupo) que decide el trabajo físico y específico que será realizado. Estos tipos de trabajo han sido llamados “asignaciones”; la persona o grupo que ejecuta estas asignaciones es el llamado “el ultimo planificador”.

El último planificador determina lo que SE HARÁ, del estudio detallado de un proceso de planificación que DEBERÍA ser ejecutado y las actividades que PUEDE ser realizar.

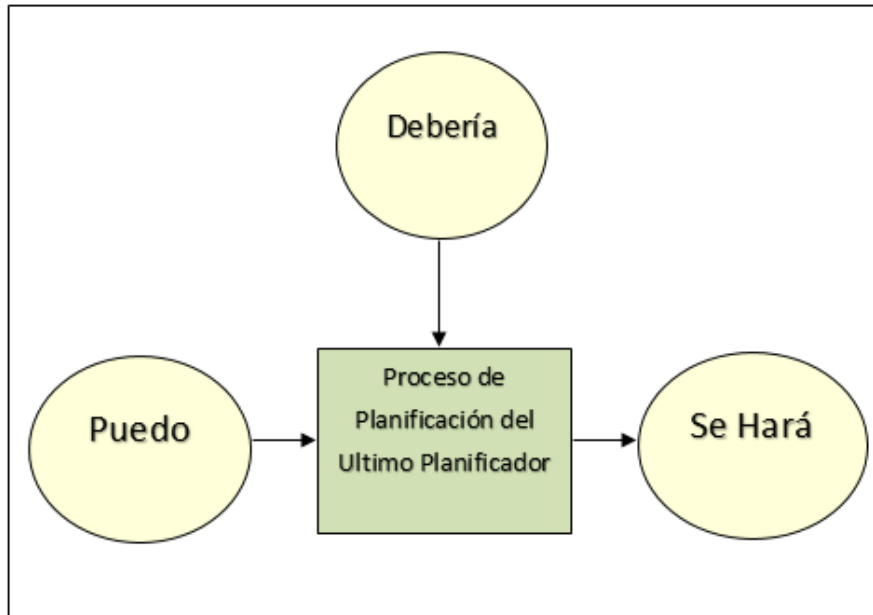


Figura N 06: El funcionamiento básico del último planificador.

El Plan Maestro.

El presupuesto y el programa de un proyecto se generan en la planificación inicial, esta proporciona un mapa donde se conectan las actividades que originan la realización de un proyecto. Esta fase es de gran importancia para que el Sistema Ultimo Planificador preste los beneficios esperados. El plan maestro debe ser desenvuelto con información que constituya el auténtico desempeño que posee la empresa en obra, solo con esta condición, se dará validez al Sistema del Ultimo Planificador.

Todas las actividades del plan maestro necesitaran en algún momento ser exploradas y puestas en el programa intermedio, pero, cuando los proyectos son complejos y extensos, su plan maestro se puede constituir solo de actividades en términos generales;

por otro lado, el programa intermedio, al abarcar todas las tareas examinadas, puede llegar a ser insostenible. Por lo que es posible conseguir que el plan maestro se divida en fases, con tareas que se exploran como conjuntos de faenas que cubren la duración completa de la actividad.

Subsecuentemente, las actividades de cada fase serán exploradas según la ventana del plan intermedio. La separación de fases debe ser hecha durante la planificación inicial.

El dividir el plan maestro en fases no es siempre necesario en proyectos simples o pequeños. Los programas de fases representan una subdivisión más detallada del plan maestro, este debe ser preparado por las personas que administran el trabajo en la fase, para apoyar el cumplimiento de los hitos del plan maestro.

Desde esa perspectiva, presentan una clara oportunidad de lograr compromisos fiables de planificación, con la participación de los principales actores de cada fase del proyecto.

Las actividades componentes de una fase del plan maestro son altamente dependientes unas de otras, por lo que requieren una coordinación íntima entre ellas. Las fases deben ser programadas por lo menos con seis semanas de antelación a la fecha de comienzo de su primera actividad y aun antes cuando se reconocen periodos de respuestas largos, como ejemplos de algunas fases se pueden nombrar; limpieza de terreno y excavación, construcción de fundaciones, levantamiento de la estructura, terminaciones.

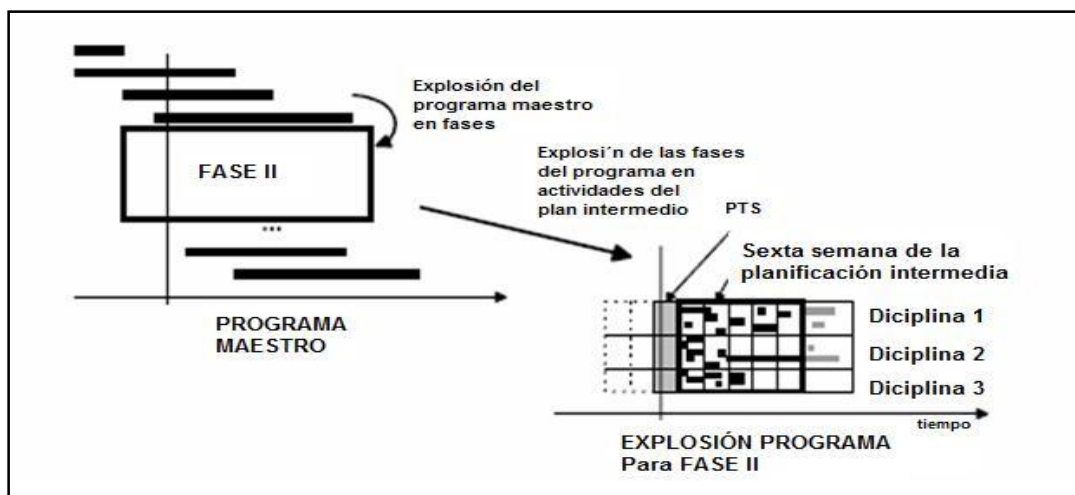


Figura N°07: Programación de fase

Planificación Intermedia.

El proceso de planificación intermedia es el que sigue a la planificación inicial, de la cual resulta el plan maestro. El principal objetivo de este proceso es controlar el flujo de trabajo, entendiendo como este, la coordinación de diseño(planos), proveedores (materiales y equipos), recurso humano, información y requisitos previos que son necesarios para que la producción pueda llevarse a cabo.

La planificación intermedia define y ajusta, el presupuesto y programa generados en el plan maestro, arrastrando recursos hacia la obra y protegiendo que los recursos estén disponibles a un cien por ciento para la realización de las actividades. La planificación intermedia se dedica a controlar el flujo de trabajo para el último planificador.

Para esta etapa se toman intervalos de tiempo de 4 a 6 semanas dependiendo de las características del proyecto y se revisan las actividades programadas en este intervalo, de esta manera es posible adelantarse a la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinarias, teniendo en cuenta que algunas actividades tienen tiempos de respuesta largos para el abastecimiento, es decir un extenso periodo desde el momento en que se piden los recursos hasta que son recibidos en obra, estos periodos de respuesta pueden ser identificados en la planificación inicial. La planificación intermedia explora a fondo las tareas a ejecutar tomando en cuenta las circunstancias reales. Una vez que las asignaciones o tareas son identificadas se someterán a un análisis de restricciones que pueden provenir del diseño, el trabajo previamente ejecutado, espacio, equipo, abastecimiento, permisos, inspecciones, entre otros.

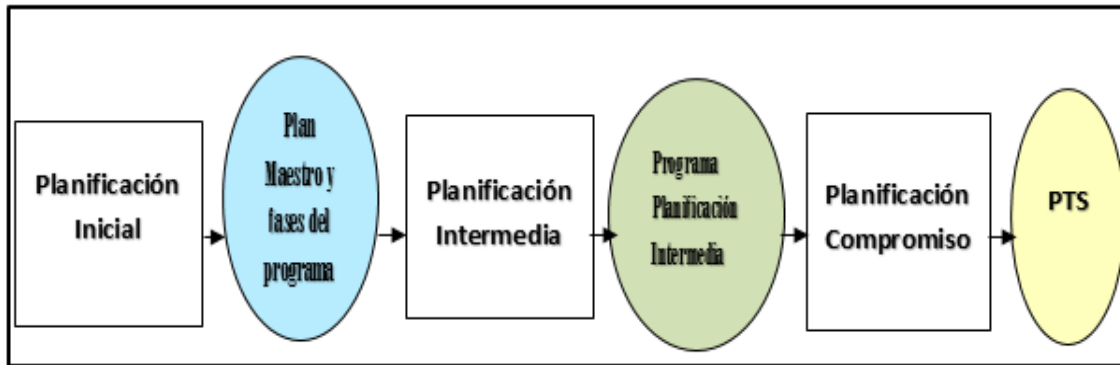


Figura N°08: Flujo de Producción.

Planificación Semanal.

La planificación semanal es la etapa donde el programa presenta mayor detalle, es realizada directamente por el ultimo planificador, persona que participa concisamente en la ejecución del trabajo ya sean supervisores de terreno o capataces entre otros. La gestión tradicional aborda la planificación semanal definiendo actividades y un programa de trabajo, antes de empezar, enfocado a lo que DEBE ser hecho. Las acciones son identificadas, se estima su duración y se ordenan apropiadamente de forma secuencial, con el fin de cumplir con los objetivos del proyecto.

El trabajo se realiza creando cuadrillas, también llamadas en el Sistema del Último Planificador, unidades de producción, que son mandadas a realizar lo que la planificación muestra que DEBE ser hecho, sin considerar si PUEDE hacerse realmente en un periodo de tiempo específico.

Los recursos se asumen disponibles cuando se necesiten, lo que supuestamente garantiza la realización de lo programado. Después de que ha sido establecido el programa y el trabajo avanza, se reúnen los recursos ya sean materiales, mano de obra, etc. Adhiriendo estos de la mejor forma posible al programa.

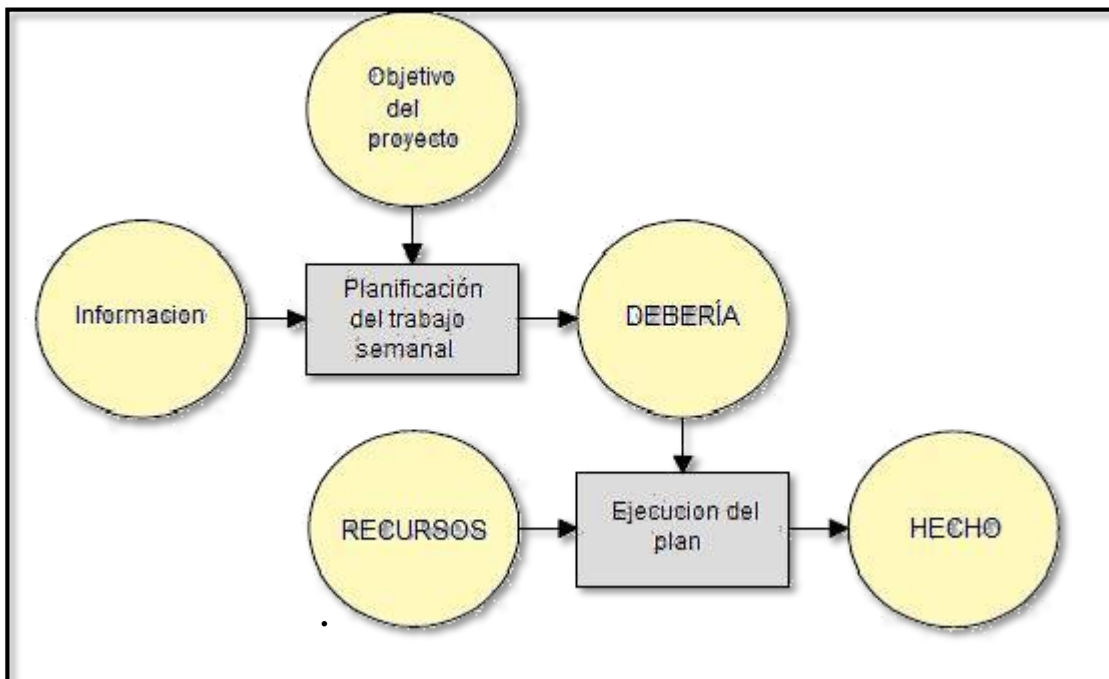


Figura N°09: Esquema tradicional de planificación

A diferencia de lo señalado, el nuevo sistema asume que la planificación significa seleccionar lo que DEBE realizarse para completar el proyecto y decidir para un intervalo de tiempo lo que SERÁ hecho (entiéndase dentro de la programación acordada) reconociendo que a raíz de las limitaciones de los recursos, no todo PUEDE ser hecho, por consiguiente, si de lo que DEBE ser hecho, y a la vez de lo que PUEDE realizarse se determina el subconjunto de lo que SERÁ realizado, entonces existe una alta probabilidad que lo que se ha planificado sea completado con éxito en el periodo estimado.

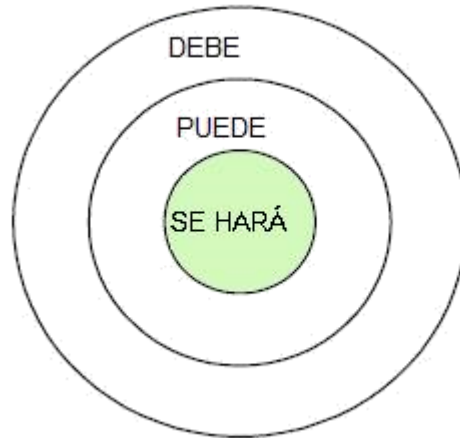


Figura N°10: Representación del programa semanal dentro de la planificación.

En forma similar otro caso ocurre si lo que se PUEDE hacer es un subconjunto de lo que SERÁ hecho, entonces esta vez no todos los trabajos que se han comprometido durante la planificación PUEDEN ser cumplidos con éxito, por lo que el plan estará condenado a fracasar; “Lo hecho difiere de lo que debe realizarse” Alarcón, (2003).



Figura N°11: Representación de las prácticas tradicionales de planificación.

Muchos proyectos de construcción se caracterizan de mejor forma al considerar lo que se PUEDE y lo que SERÁ hecho como subconjunto de lo que DEBE realizarse, estando estos parcialmente sobrepuestos. Si el plan es desarrollado sin estar en conocimiento de lo que PUEDE ser hecho. La unidad de producción puede encontrarse fuera de la intersección al tratar de ejecutar el plan.



Figura N°12: Representación de las prácticas tradicionales de planificación.

Según Alarcón (2001) “En la mayoría de los proyectos lo que puede y lo que se hará son ambos subconjuntos de lo que debería hacerse. Si el plan se desarrolla sin saber lo que puede hacerse el resultado será la intersección de ambos conjuntos”.

El Sistema del último Planificador pretende incrementar la calidad del plan de trabajo semanal (PTS) en el cual cuando se combina con el proceso de planificación intermedia genera el control de flujos de trabajo.

Algunas características comprometidas en la realización de planes acertados de trabajo semanal son los siguientes:

- Correcta selección de la secuencia de trabajo, de acuerdo con el plan maestro establecido, las estrategias de ejecución y las características que hacen que un diseño

pueda ser construido.

- La adecuada cantidad de trabajo seleccionada, teniendo en cuenta la capacidad de trabajo de las cuadrillas que ejecutaran las actividades.
- La definición exacta de la labor por realizar y que puede hacerse, es decir, la garantía de que todos los prerrequisitos se han ejecutado y se cuentan con todos los recursos disponibles para tal fin.

RESULTADOS

El Planeamiento busca identificar fuentes de variabilidad haciendo que el flujo sea continuo y se eviten pérdidas en la construcción. Para ello se deben utilizar principios de física de producción como el balancear la capacidad y la demanda, identificación de cuellos de botella, análisis de restricciones. Estos principios se toman de la teoría del Lean Production a partir de la cual se desarrolla la teoría del Lean Construction.

Durante de planeamiento se definen las estrategias y lineamientos generales tales como: métodos constructivos, duración de actividades, asignación de recursos y costos. La salida principal del planeamiento es el desarrollo del cronograma general o cronograma maestro, flujo de caja, cronograma de recursos tanto de mano de obra como de materiales y equipos.

En la literatura encontramos que el planeamiento es también llamado planificación y algunos autores lo definen de la siguiente manera:

La asociación americana de administración (American Management Association) indica que la planificación consiste en “determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué”.

La programación es un análisis de mediano y corto plazo, que parte del planeamiento, del cual se desglosa. Por tanto, lo que permite es entrar a mayor detalle identificando las tareas que se harán en un horizonte de tiempo menor al del planeamiento.

Además, nos permite determinar si la cantidad de trabajo disponible es suficiente para los recursos existentes.

Una característica importante de la programación es que protege el planeamiento haciendo que no haya paras en el flujo, asegurando el cumplimiento de las actividades para que no se tengan impactos negativos en tiempo y costo.

En resumen, los objetivos de la programación:

- Es proteger al plan
- Asegurar el flujo
- Aprendizaje y mejora continua

Entre las herramientas utilizadas en la programación se encuentran:

- Lookahead
- Análisis de restricciones
- Plan semanal
- Plan diario
- Análisis de confiabilidad.

Esto involucra un proceso de:

- Detallar las actividades del cronograma general y armar el Lookahead
- Identificar las restricciones de cada tarea del Lookahead
- Hacer que las tareas queden listas para hacer ejecutadas
- Negociar el uso de recursos y espacios compartidos
- Ajustar el cronograma general cuando se necesite
- Aprender al medir la performance y usar el aprendizaje para mejorar.

Implementación del Sistema Last Planner.

El sistema Last Planner es una herramienta para controlar interdependencias entre los procesos y reducir la variabilidad entre éstos y por ende, asegurar el mayor cumplimiento posible de las actividades de la planificación dentro de la filosofía "Lean Construction".

El Last Planner es un sistema de control de producción en donde se rediseñan los sistemas de planificación convencionales para lo cual participan nuevos estamentos, incorporando en algunos casos a capataces, subcontractistas, entre otros actores. Con el fin de lograr compromisos en la planificación.

El concepto de planificación no debe ser entendido simplemente como la utilización de un programa computacional para organizar las actividades del proyecto. La planificación debe determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué.

Herman Glenn Ballard y Gregory A. Howell desarrollaron un sistema de planificación y control de proyectos llamado “Last Planner”, basándose en la teoría Lean Production.

Identificaron los principales obstáculos que aparecen durante la construcción:

1. La planificación no se concibe como un sistema, sino que se basa en la experiencia del profesional a cargo de la programación.
2. La gestión se enfoca en el corto plazo, descuidando el largo plazo.
3. No medimos el rendimiento obtenido.
4. No se analizan los errores en la planificación ni las causas de su ocurrencia.

La planificación en la construcción es realizada por diferentes personas en la fase inicial del proyecto. Al planificar el proyecto, se focalizan los objetivos generales, las metas y se demuestra que las metas son alcanzables. Posterior a esto, en la fase de ejecución del proyecto un individuo decide qué es lo que debería hacer para cumplir las metas estipuladas en la fase de planificación, desarrollando el programa marco. El ejecutor debe decidir qué se hará mañana o la semana siguiente.

El trabajo o actividades que son posibles de realizar se denominan asignaciones y, la persona que determina qué asignaciones serán realizadas, cuándo y por quién, se llama Last Planner; pero ¿cómo sabe el Last Planner qué actividades incluir en la programación de corto plazo? El programa marco define lo que debería hacerse; pero no todas las actividades que deberían realizarse pueden ser realizadas, ya que poseen ciertas restricciones que lo impiden. Sólo si libero todas las restricciones que posee una actividad podré ejecutarla. Entonces, lo que debe ser hecho se debe contrastar con lo que puede ser hecho.

Por el contrario, si lo que puede ser hecho es subconjunto de lo que se hará, no se

cumplirá la programación. Como vemos, para programar las actividades a corto plazo, no basta con ver el programa marco, hay que ver también los factores externos que influyen en una obra y el estado real de ella. Hay gente que considera que se debe presionar a las unidades de producción para que realicen las tareas programadas sin importar los obstáculos que tengan para realizarlas, lo que finalmente genera un derroche de recursos en tratar de finalizar una actividad que no puede ser realizada, o si lo es, no será hecha de la forma en que corresponde. Una errada forma de control a la unidad de producción incrementa la incertidumbre y priva a los trabajadores de comprender que la planificación es una poderosa herramienta para enfrentar el futuro de una mejor manera.

A continuación, detallaremos cada uno de los elementos que conforman el sistema “Last Planner”:

- Cronograma Maestro (Master Schedule)
- Planificación por fases (Phase Schedule)
- Planificación Intermedia (Lookahead Planning)
- Análisis de restricciones (Constraints Analysis)
- Reserva de trabajo ejecutable (Workable Backlog)
- Plan de trabajo semanal (Weekly Work Plan)
 - Porcentaje de Plan cumplido (Percent Plan Complete - PPC)
 - Razones de No Cumplimiento (Reasonsfor Non – conformances)

Cronograma Maestro (Master Schedule)

Todo proyecto de construcción suele tener una planificación general, sobre la cual se plasman todos los objetivos generales que se plantearon en el cronograma inicial. A esta planificación inicial se denomina **Cronograma Maestro (Master Schedule)**. Mediante este cronograma lo que se busca es trazar las metas generales del proyecto mediante fechas definidas, las fechas de cumplimiento de cada meta se puede definir como “hitos” para el proyecto. Consecuentemente podemos decir que el cronograma maestro sirve para identificar los hitos de control del proyecto.

El cronograma maestro debe ser elaborado con información fidedigna, es decir que representa el verdadero desempeño que tiene nuestra empresa para el tipo de proyecto que se ejecutará. Solo así podremos dar validez al Last Planner System, ya que se estará controlando tareas que representa la forma y desempeño real de la empresa.

Es usual que para la elaboración del cronograma maestro se utilice diferentes programas de computación, como Ms Project, primavera, etc. Lo esencial en la elaboración de este cronograma en el software que fuese desarrollado, es poder identificar los hitos del proyecto y además de ello poder elaborar el presupuesto del proyecto.

Planificación por Fases (Phase Scheduling)

Según Ballard, una planificación por fases o Phase Scheduling, tiene como propósito el elaborar un plan para completar una fase del trabajo (Ballard, 2000):

1. Que Maximiza la generación de valor.
2. Que todos los involucrados entiendan y apoyen.
3. Que especifica la transferencia entre grupos de trabajo.
4. En donde las actividades programadas se elaboran en base al proceso Lookahead para ser explotada en los detalles operativos y sea preparado para la asignación de los planes de trabajos semanales.

Los participantes en el phasescheduling están representados por aquellas personas que tienen trabajo por hacer en la fase de análisis. Ballard da como ejemplo respecto a esto, que un equipo de trabajo para programar una fase de construcción debería involucrar a la

contratista, la subcontratista y tal vez a las partes interesadas (stakeholders), como los diseñadores, clientes y agencias reguladoras. Además indica que los participantes deben traer los cronogramas y planos relevantes, y tal vez incluso el contrato de cada uno de ellos.

Además, Ballard nos indica que el proceso del phasescheduling involucra:

1. Definir el trabajo que se incluirá en la fase.
2. Determinar la fecha de finalización de la fase, además de las principales versiones intermedias para las fases previas o para las fases posteriores.
3. El uso de un equipo de planificación y post-it pegados en una pared, en el cual se va desarrollando la red de actividades necesarias para completar la fase, trabajando hacia atrás hasta desde la fecha de inicialización, e incorporando los hitos intermedios.
4. Aplicar la duración de cada actividad, sin la contingencia o aumento en las estimaciones de duración. Tratando de usar el tiempo que se puede esperar en condiciones normales.
5. Reexaminar la lógica para tratar de acortar la duración. Se debería pedir a cada persona qué cambios en las solicitudes que reciben les permitirá acortar la duración de la tarea.
6. Determinar la fecha de inicio más temprana para la fase.
7. Si hay tiempo de sobra después de comparar el tiempo entre el inicio y la finalización de la duración de las actividades en la pared, se debe decidir qué actividades buffer habrá para el tiempo adicional.
8. ¿El equipo está cómodo que los buffers son suficientes para asegurar la finalización dentro de los hitos? Si no es así, entonces, bien se replantean o cambian los hitos según sea necesario y posible.
9. Si hay exceso de tiempo disponible más allá de lo necesario para amortiguar las tareas individuales, se debe decidir si se desea acelerar el calendario o utilizar el exceso para aumentar la probabilidad de terminar a tiempo.
10. Reservas de tiempo no asignado en un buffer de contingencia general para la fase. La aplicación de todos estos puntos anteriores conlleva el tener grandes cambios de la práctica de planeamiento tradicional, lo cual lo hemos esquematizado en un cuadro:

Tabla N°01: Comparación de prácticas tradicionales vs PhaseScheduling

Practica Tradicional	Phase Scheduling
La práctica tradicional es que el líder del proyecto desarrolla un programa, y luego lo distribuya a otros miembros del equipo con una solicitud de comentarios. Con menos frecuencia, los miembros del equipo se ponen en las reuniones cara a cara para discutir el programa.	Los miembros del equipo producen el plan de trabajo, no solo comentan sobre la viabilidad de un plan presentado por alguien más. Ellos están planeando en conjunto, y utilizando una técnica Pull para promover la comunicación y entendimiento compartido entre clientes y proveedores inmediatos sobre lo que realmente se necesita.
El líder de proyecto diseña su propio cronograma y decide cómo usarlo.	El equipo genera ambos, el soporte en la forma de una estructura de “red de compromisos” y decir colectivamente cómo hacer para amortiguar las tareas variables.

(fuente: P2SL Report, Ballard 2009)

Además, se puede entender que, dentro de un proyecto de construcción, se tienen diversas “fases” las cuales son determinadas y clasificadas por el equipo de trabajo.

Por ello asumo que en la etapa de phasescheduling el equipo de trabajo es quien determina que “fases” son necesarias desglosarlas y programarlas a detalle en base a su relevancia e incidencia en el proyecto. Me parece que esto debe ser de este modo, ya que si no existirían una cantidad enorme de fases y el proceso se volvería mucho más engorroso que práctico.

Por lo tanto, entiendo que lo que se busca con la planificación por fases o phasescheduling, es lograr entrar a un alto grado de nivel de detalle (es decir, llegar hasta los movimientos de cada operación), con la finalidad de que podamos decir con certeza el tiempo que demorará cada fase y de esta forma conocer el tiempo total para el proyecto. Y ya que esta planificación se da desde la fecha final propuesta hacia atrás, podremos saber si es que el tiempo estimado era el suficiente o si será necesario ampliarlo o si es posible ajustar aún más cada fase para lograr llegar a la fecha meta.

Planificación Intermedia (Lookahead)

El proceso de planificación Lookahead es el segundo nivel en la jerarquía del sistema de planificación. Permite tomar acciones, en un intervalo de tiempo del futuro cercano sobre las actividades, con la final amplia el plan maestro a fin de obtener las actividades de la planificación con un mayor nivel de detalle.

Su principal objetivo es controlar el flujo de trabajo es decir que focaliza la atención en las actividades que se llevaran a cabo en un futuro. El flujo de trabajo o actividades viene a ser la coordinación de diseño (planos), proveedores (materiales y equipos), recurso humano, información y requisitos previos, que son necesarios para que la cuadrilla cumpla su trabajo.

Las funciones de la planificación Lookahead son las siguientes:

- Formar la secuencia del flujo de trabajo y su calcular su costo.
- Proponer el flujo de trabajo y su capacidad.
- Descomponer las actividades del programa Maestro en paquetes de programas y operaciones de trabajo de más fácil manejo.
- Desarrollar métodos detallados para la ejecución del trabajo.
- Mantener un inventario de trabajo ejecutable.
- Poner al día y revisar los programas del nivel superior.

Luego, para poder cumplir las funciones de la planificación Lookahead y desarrollar una adecuada planificación Lookahead, se tiene que recurrir al desarrollo de procesos específicos que permiten desarrollar una adecuada planificación Lookahead.

Intervalo de tiempo de la Panificación Lookahead

Para la selección de la cantidad de semanas sobre las cuales se va a elaborar la Planificación Lookahead es escogido de acuerdo a:

- Las características del proyecto.
- La confiabilidad del sistema de planificación.

- Los tiempos de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria.

Algunas actividades tienen tiempos de respuestas largos para generar el abastecimiento, es decir, un largo período desde el momento en que se piden recursos hasta que éstos son recibidos. Estos períodos de respuesta deben ser identificados durante la planificación inicial para cada actividad incluida en el programa maestro. Se podría pensar como un plazo razonable entre 4 a 6 semanas en la construcción urbana.

Definición de las actividades del Lookahead

Para preparar la Planificación Lookahead explotamos las actividades del programa maestro que estén contenidas dentro del intervalo de tiempo ya definido anteriormente, siempre y cuando el nivel de detalle de programación inicial sea bajo. Lo anterior es de vital importancia, ya que obtendremos en la Planificación Lookahead un nivel de detalle que nos permitirá clarificar de mejor forma las restricciones que nos impiden realizar las actividades contenidas en la Planificación Lookahead.

El objetivo de esta etapa es obtener un conjunto de tareas para un intervalo de tiempo dado. Cada una de estas tareas tiene asociada un conjunto de restricciones, que determinan si la tarea puede o no ejecutarse. Una restricción es algo que limita la manera en que una tarea es ejecutada. La restricción involucra requisitos previos o recursos.

Después de identificar cada una de las tareas y sus restricciones dentro de la Planificación Lookahead, se procede a realizar el análisis de las restricciones. Además a cada actividad se le asigna un responsable de ejecución y un responsable de seguimiento.

Análisis de restricciones

Una vez que las asignaciones o tareas sean identificadas, se someterán a un análisis que tiene como objetivo “liberarlas” en un 100% de sus restricciones para que estén listas para pasar al siguiente nivel. Las restricciones que se dan comúnmente en la construcción son:

Diseño: involucra a todas las actividades que no están definidas en el proyecto, ya sea por

incongruencia entre las especificaciones técnicas y los planos o simplemente por omisión.

Materiales: se refiere a que los materiales necesarios para ejecutar la actividad deben estar disponibles en obra antes de la fecha de inicio programada para la actividad.

Mano de Obra: se debe contar con una claridad sobre la cantidad de mano de obra disponible para realizar la actividad.

Equipos y Herramientas: corresponde a tener disponibilidad de equipos y herramientas necesarias para realizar la actividad en el momento indicado.

Prerrequisitos: se refiere a que las actividades que deban cumplirse antes que se inicie nuestra actividad ya lo hayan hecho. En obra a esta restricción se le llama “cancha”.

Calidad: se refiere a que si existe un control de calidad por parte de la empresa. En caso de existir este plan de calidad, se debe detallar previamente a la realización de la actividad qué requisitos serán exigidos y evaluados posteriormente a su término.

Para actividades especiales, puede haber otro tipo de restricciones aparte de las recién mencionadas, como, por ejemplo, inspecciones, permisos, aprobaciones etc. En estos casos, también habría que incluirlas en el listado de restricciones y realizar su debido seguimiento para liberarlas.

Es importante tener en cuenta en este punto la revisión de las restricciones y la preparación de estas restricciones.

Revisión de las restricciones.

Consiste en determinar el estado de las tareas en la planificación intermedia en relación a sus restricciones y a la probabilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual, se puede escoger adelantarlas o retardarlas con respecto al programa maestro. El concepto de "Revisión" es la primera oportunidad que se presenta en el sistema para comenzar a estabilizar el flujo de trabajo, ya que se está tomando conocimiento que existen actividades que, llegado el momento de ejecutarlas, no podrían realizarse por tener restricciones que lo impiden.

La revisión se hace primero cuando las actividades son consideradas para entrar a la

planificación Lookahead, basados en los distintos tiempos de respuesta de los proveedores de cada una de las restricciones que son necesarios para visualizar una futura liberación. Esto se repite en cada ciclo de planificación, cuando el planificador actualiza la planificación Lookahead y se adelanta para la próxima semana. Posteriormente vienen revisiones de las restricciones de las tareas que se encuentran dentro del intervalo de planificación intermedia, la cual tiene como objetivo determinar el estado en que se encuentran éstas.

Preparación de Restricciones

Este término se refiere a tomar las acciones necesarias para remover las restricciones o limitaciones de las actividades, para que así estén dispuestas para comenzar en el momento fijado. El planificador puede remover las restricciones de una tarea para dejarla lista para ser asignada. Esta acción se conoce como "preparación". La preparación es un proceso que tiene 3 pasos:

- Confirmar el "tiempo de respuesta": el remover una restricción de una actividad comienza por determinar quién es el último involucrado en liberar la última restricción faltante de esa actividad y determinar cuál es el tiempo de respuesta más probable para comenzar la siguiente actividad. Este tiempo de respuesta debe ser más corto que la ventana Lookahead o la tarea no será admitida en este programa. Sin embargo, eventos imprevistos siempre pueden presentarse, por lo que el contacto con los proveedores es un elemento fundamental en el proceso de preparación. La confirmación de los tiempos de respuesta es parte del proceso de revisión y debe ser repetido durante la actualización semanal del programa de planificación intermedia.
- Arrastrar: El segundo paso del proceso de preparación es conocido como arrastre, que significa pedirle al proveedor certeza sobre las necesidades para completar con prontitud la actividad que comienza.
- Apresurar: Si el período de respuesta anticipado es demasiado largo, entonces puede ser necesario asignar recursos adicionales para acortarlos.

La idea fundamental es liberar a la tarea de las restricciones que le impiden ser ejecutada. Hecho esto estamos en condiciones de crear un listado de tareas que tiene alta probabilidad de ser cumplido, el Inventario de Tareas Ejecutable ITE.

Arrastrar el trabajo desde las unidades de producción superiores

El sistema de Arrastre es un método para introducir la información y recursos en un proceso productivo. En contraposición a este método está el sistema de Empuje que está basado en entregar objetivos o datos de realización.

La construcción ha sido tradicionalmente un sistema de empuje, buscando causar la intersección en el futuro de acciones interdependientes. Por el contrario, el sistema de arrastre, permite introducir información y recursos en el proceso de producción, solo si el proceso es capaz de hacer el trabajo. En este sentido, en el sistema del UltimoPlanificador, conforma asignaciones con criterios de calidad, lo que constituye un chequeo de capacidad, secuencia, legitimidad, etc. Además, haciendo buenas asignaciones del proceso de planificación Lookahead, constituye explícitamente una técnica tipo. Por lo tanto, el sistema del Ultimo Planificador es un tipo de sistema de Arrastre. A continuación, las figuras enmarcan las diferencias de los sistemas de Arrastre y Empuje en la planificación tradicional y en el sistema del Ultimo Planificador.

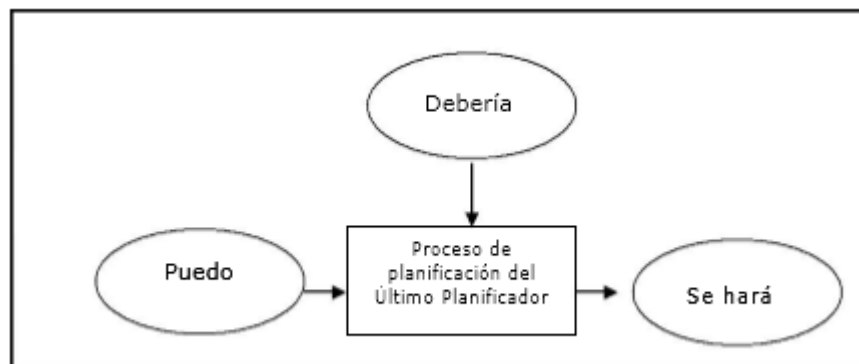


Figura N°13: Sistema de Planificación Tradicional por empuje de

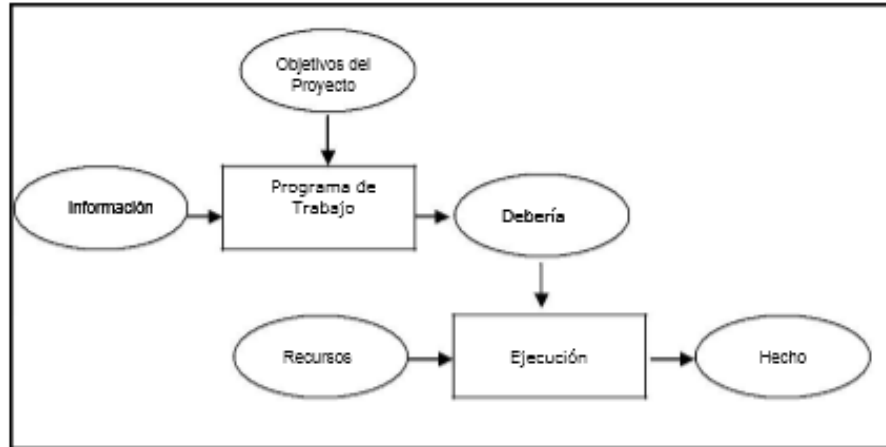


Figura N°14: Sistema del Último Planificador: Un Sistema de Arrastre

Balancear la carga con la capacidad

El equilibrio de carga y capacidad dentro de un sistema de planificación es crítico para la productividad de las unidades de producción por las que el trabajo fluye en el sistema de producción, y es también crítico para el tiempo del ciclo.

Con sus otras funciones, el proceso Lookahead, como se supone, mantiene un inventario de asignaciones realizables para cada unidad de producción. De ser así se requiere la estimación de la carga de todas las partes del plan que realizará cada unidad de producción y las capacidades de cada una para lograr la finalización del trabajo. Los métodos convencionales calculan una cantidad para cada unidad de producción, basados en los mejores promedios de datos históricos, como por ejemplo las horas de trabajo para modular y colocar un metro cuadrado de moldaje, pero cargados de una gran cantidad de pérdidas.

Nos cabe hacer las siguientes preguntas: Cuándo estimamos la carga y la capacidad, ¿asumimos la utilización del 30 % o el 60 % de los recursos?, ¿Qué suposiciones fueron hechas sobre la variación alrededor del promedio? ¿Podemos esperar que las cantidades de unidades reales sean reducidas a la mitad con respecto a lo planificado? Claramente necesitamos muchos más datos exactos que los típicamente disponibles.

Independientemente de la exactitud de carga y estimaciones de capacidad, el

planificador todavía debe hacer algunos ajustes. O sea, comúnmente, la carga puede sufrir un cambio para equilibrar la capacidad, la capacidad puede ser modificada para emparejar la carga o una combinación de las dos. Considerando las ventajas de mantener una mano de obra estable y evitar cambios frecuentes, la preferencia es a menudo adaptar la carga a la capacidad. Sin embargo, no será el caso cuando haya apremios, hitos previstos o fechas finales.

La carga puede ser modificada para emparejar la capacidad debido a un retardo o una aceleración en el flujo de trabajo. El arrastre ayuda a equilibrar la carga pues las unidades de producción pueden solicitar lo que necesitan o aumentar la cantidad de sus requerimientos y la cantidadde ellos.

Reserva De Trabajo Ejecutable (Workable Backlog)

Cuando liberamos las restricciones de alguna actividad, esta actividad pasa inmediatamente a una lista de actividades que podemos ejecutar. Esta lista es el llamado inventario de trabajos ejecutables. En esta etapa, estamos pasando desde las actividades que se deben hacer, hacia las actividades que se pueden hacer. En el inventario de trabajo ejecutable no sólo puede haber tareas de las semanas futuras, sino que también puede haber tareas que se debían o podían haber ejecutado en la semana en curso; pero que no lo hicieron al no ser consideradas en las asignaciones semanales. Esto es muy común ya que la idea es mantener un ITE que asegure un trabajo realizable por unidades con el doble de capacidad que las que se tienen efectivamente en obra, esto con el objetivo de no tener nunca unidades ociosas por el motivo de no tener potenciales trabajos para ejecutar en caso que falle la realización de alguna actividad considerada en el programa semanal. No hay que ser siempre tan negativos y podemos ponernos en el caso que las actividades programadas se cumplan antes de lo esperado. Esto también puede ser un foco de tiempo ocioso para la unidad si es que no hubiera trabajo listo para ejecutar. Entonces, teniendo un inventario de tareas potencialmente realizables, puedo elegir qué haré desde un universo de lo que puedo hacer.

Plan de Trabajo Semanal (Weekly Work Plan)

El objetivo de este último nivel de planificación es controlar a la unidad de producción, lo cual tiene como objetivo, lograr progresivamente asignaciones de mayor calidad a través del aprendizaje continuo y acciones correctivas. El control de la unidad de producción, depende de la calidad de las asignaciones hechas por el último planificador. Las principales características que hacen que la asignación sea de calidad son:

1. Actividades bien definidas para que pueda ser ejecutado sin ambigüedades, para lo cual las asignaciones deben ser lo suficientemente específicas en su descripción.
2. La secuencia de trabajo de las actividades planteadas debe ser lógica. Las asignaciones se deben hacer a partir de aquellas consideradas legítimas en orden de prioridad y ejecución.
3. La cantidad de trabajo seleccionada debe ser directamente proporcional a la capacidad que tenga la unidad de producción. Además, se debe tener claro si los tamaños de las asignaciones se determinan según la capacidad individual o grupal antes de comenzar el periodo de ejecución.
4. Pre-requisitos que tenga la actividad ya deben haber finalizado (lo que en terreno es llamado “cancha”). En el fondo es que la unidad de producción tenga lo que necesita de otros.

Asignación de Calidad (Quality Assignments)

Es escoger qué trabajo será realizado en la próxima semana desde lo que se sabe puede ser hecho (BACKLOG). Así estamos protegiendo de incertidumbres a nuestro flujo de producción y apuntamos a crear un flujo confiable de trabajo tanto para la unidad que ejecutará el plan de trabajo semanal como para los que trabajarán en actividades posteriores en la misma línea de trabajo. Acá estamos protegiendo al flujo de incertidumbres “shielding”.

Porcentaje de Plan Cumplido – Percent Plan Complete o PPC

Es una parte fundamental en todo esto. En la medida en que sepamos los motivos por los cuales no completamos la programación de cada semana podremos mejorar. Para ello,

la medición del porcentaje de actividades completadas (PPC) es un buen indicador de la calidad de nuestras asignaciones. El (PPC) es el número de actividades completadas que fueron programadas divididos por el total de actividades programadas para la misma semana, todo esto expresado como porcentaje. La actividad se considera como completada sólo si se ha finalizado. Es decir, si tengo hecho menos de un 100% de lo que había programado hacer de la actividad durante la semana, la actividad se considera como no realizada. Si la actividad se encuentra realizada completamente se le asigna un 1 y si la actividad no se encuentra terminada según lo programado se le asigna un 0.

Una vez que sé qué actividades programadas no fueron ejecutadas, debemos proceder a identificar las causas de no cumplimiento. Podemos ver que el PPC es una poderosa herramienta para identificar los focos que pueden servir como mejoras al sistema e implementar soluciones, ya que los orígenes de los no cumplimientos no sólo pueden ser fallas en la mano de obra, materiales o causas externas, sino que también, el origen de las fallas en la ejecución del trabajo programado, pueden provenir de deficiencias a nivel organizacional, procesos o funciones. Sólo así podremos generar un flujo de trabajo continuo.

Razones de No Cumplimiento (Reasons For Non – Conformances)

Las razones de No cumplimiento son todas aquellas causas que llevaron a no culminar la tarea programada para la semana. Recordemos que la tarea se considera culminada si es que se concluyó totalmente y no parcialmente. El identificar estas causas nos llevará a una retroalimentación para futuro, ya que podremos ir haciendo una recopilación de las causas más recurrentes y en las que debemos tener más cuidado para las siguientes semanas o para próximos proyectos.

Entre las causas de no cumplimiento de la programación semanal podemos encontrar las siguientes razones:

1. Falla en sistemas de información. Por ejemplo, considerar actividades prerrequisito como finalizadas, siendo que no es así.

2. Falla en aplicar los criterios de calidad mencionados. Por ejemplo, tal vez la actividad no cumplió el avance programado para la semana porque se súper estimó la capacidad de la cuadrilla.
3. Cambio en las prioridades de la obra, destinando recursos a actividades urgentes.

Cualquiera sea el motivo de no cumplimiento, lo importante es aprender de él para no volver a repetirlo en el futuro.

Hay un punto muy importante que se puede observar en este nivel de planificación y que es el nivel de compromiso que tiene el grupo de trabajo con la implementación del sistema “Último Planificador”. En la medida que no haya un compromiso real de parte del equipo, no tiene sentido intentar implementar este sistema, ya que él se basa en este fundamento. En general nunca se verifica si es que el encargado de realizar la actividad tiene las capacidades para realizar el trabajo. A él se le impone la actividad sin saber si él la puede realizar o no. Esto no le hace bien al grupo ya que no se sienten parte del equipo y, al no sentirse tomados en cuenta, su predisposición al trabajo será diferente. La idea de este sistema es que la persona que efectivamente será el responsable de ejecutar el trabajo se comprometa a realizarlo y, si considera que no podrá hacerlo por cualquier motivo, lo diga. El compromiso que él asume cuando afirma que es capaz de realizar una actividad, no es con el fin de reprocharlo en caso que no cumpla la actividad al final de la semana, sino que es con el objetivo de generar un mayor compromiso grupal, ya que él sabrá que sus acciones no sólo le afectan a él, sino que a toda la línea de trabajo que viene posterior a él y que requiere como prerrequisito la actividad que él se está comprometiendo a hacer. Si sabemos de antemano que ese trabajo no será realizado, debemos decir claramente que no podemos realizarlo y así no lo pondremos como que puede ser ejecutado y estaremos protegiendo nuestro flujo de trabajo. Con esto logramos que el compromiso adquirido se vea reflejado en el (PPC).

Finalmente, en la siguiente figura se muestra un esquema en donde se resumen todos los conceptos y etapas del sistema de planificación “Último Planificador”.

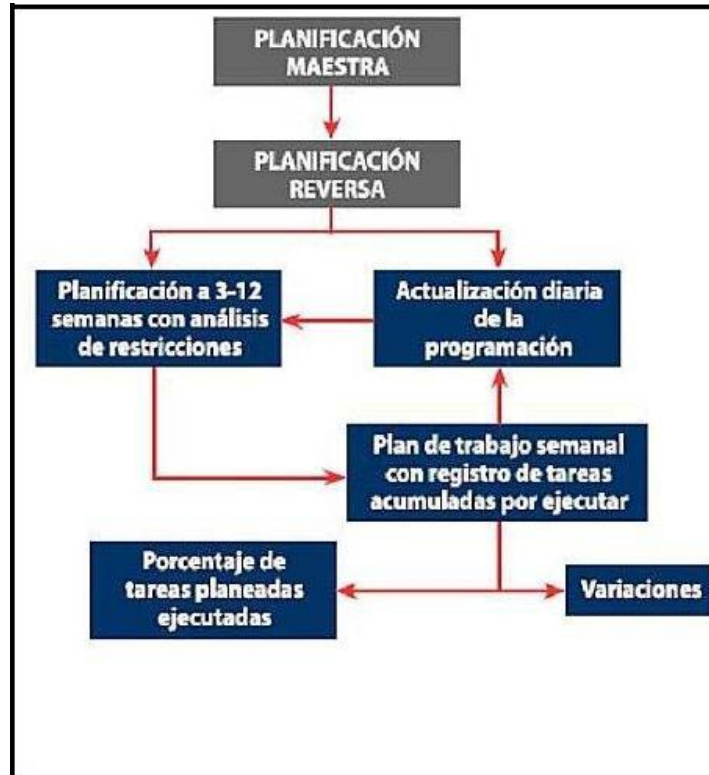


Figura N°15: Sistema “Último Planificador”

Ejemplo de una organización de una obra actual:

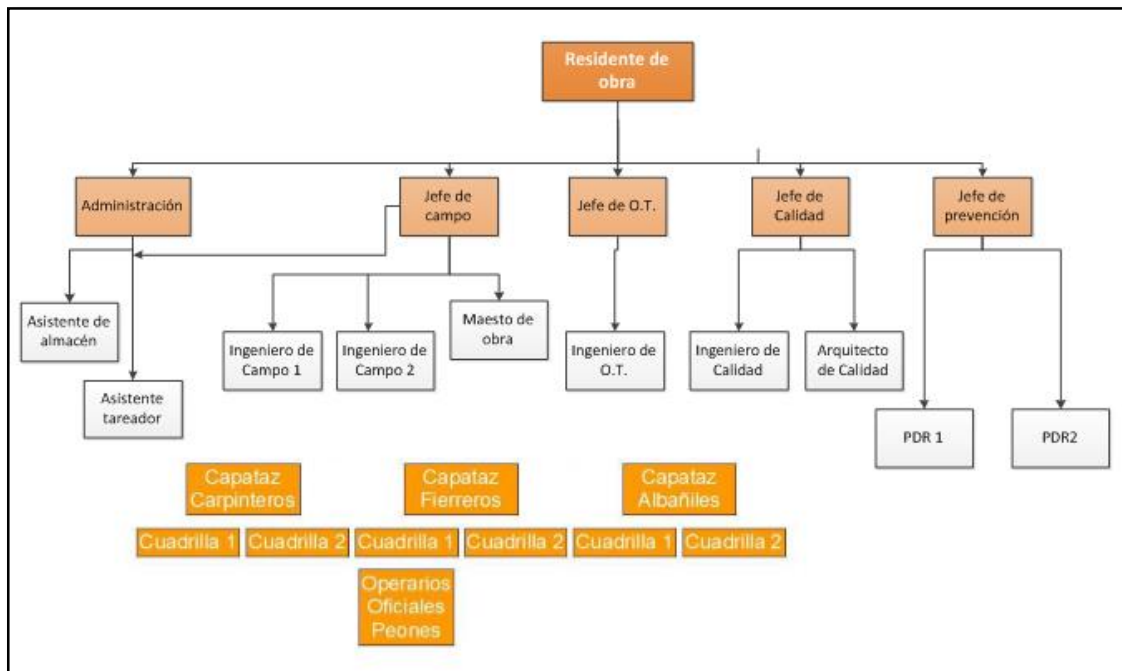


Figura N°16: “Organización de una obra actual”

Método Tradicional de Planificación en la Construcción.

Lo que generalmente se puede observar en una obra de edificación con respecto a la planificación, especialmente si la obra es de una constructora pequeña, son las siguientes características:

- La planificación, en general, se realiza basándose en la experiencia de un ingeniero, Residente o maestro de obra, según sea el caso y es una tarea particularmente complicada, ya que es hecha bajo condiciones inciertas y sin la cantidad de información necesaria.
- La comunicación y distribución de la información e indicaciones, comúnmente se realizan en forma oral y abarca aspectos de corto plazo, descuidando el largo plazo.
- Los controles se enfocan en las actividades, sin considerar a las unidades productivas que las realizan. Hay ocasiones en que el origen de los problemas de una actividad proviene de las cuadrillas y si no se realiza un seguimiento y control al desempeño de estas, difícilmente se tomarán las acciones correctivas adecuadas y a tiempo.

- Se hace una planificación muy detallada de largo plazo, sin considerar la gran variabilidad que existe. Se pierde tiempo y recursos intentando reprogramar el cronograma y cuando esto se hace, queda casi inmediatamente desactualizado y no se cumple. Por lo general el cronograma inicial no se reprograma.

Un proyecto de construcción, como cualquier otra actividad que hay que organizar, es muy difícil de ejecutar sin un adecuado método de planificación. Este aspecto está muy descuidado en las empresas constructoras pequeñas y si a esto se le suma el alto grado de presión de trabajo para poder cumplir metas y plazos límites, el resultado será que los profesionales y el personal de obra están trabajando en función de lo inmediato.

Un aspecto no muy considerado en la planificación es el de la capacitación y entrenamiento de los trabajadores. Si una actividad queda mal realizada por errores constructivos, se debe rehacer y esto afecta a la planificación, generando retrasos y sobrecostos. Se podría evitar el rehacer trabajos invirtiendo en la capacitación y entrenamiento del trabajador, lo cual traería también como beneficio una mejora en la calidad de la ejecución del proyecto. Sin embargo, esto no se hace porque se considera una pérdida de tiempo y dinero, no evaluando los múltiples beneficios que esto podría traer.

Por último, existe poco interés en implementar nuevas técnicas de planificación. En general se piensa que con la experiencia basta y es por esto que la mayoría de los profesionales no mantienen actualizados sus conocimientos. Es difícil, por no decir imposible, hacer que un profesional con experiencia en construcción cambie su forma de trabajar, ya que el ser humano por esencia es reacio a aceptar los cambios, a menos de que los resultados obtenidos por el cambio a un nuevo sistema le demuestren directamente una mejoría. Si el nuevo sistema le da resultados y le facilita el trabajo, difícilmente regresara a su anterior manera de trabajar.

Comparación del Modelo Tradicional de Planificación y el Modelo Lean.

En general, el modelo de planificación tradicional utilizado, se basa en el concepto de transformación, ya que no considera todas las actividades de flujo que existen entre actividades de transformación. La idea se resume en que a lo planificado (Debería) se le asignan recursos y la actividad se ejecuta según el programa realizado

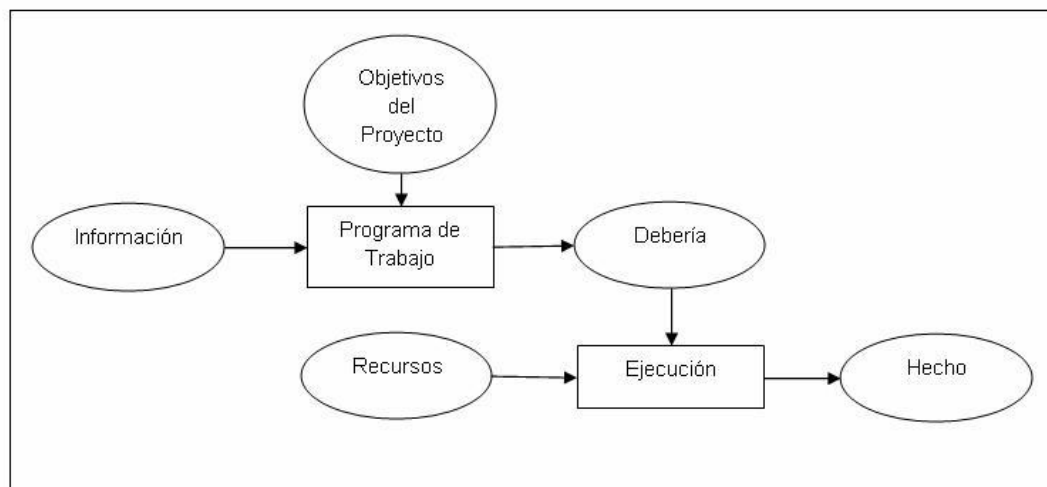


Figura N°17: "Modelo Tradicional"

Como se ve en el esquema, los recursos se asignan a las actividades programadas (debería), pero no se considera que hay actividades que no podrán ser realizadas, aunque estén programadas. Esto debido a que puede faltar algún requisito previo que impida su ejecución en la fecha de inicio programada. Ahí empieza el problema, ya que al considerar en el programa semanal actividades que no podrán ser ejecutadas, se generará un atraso en toda la cadena productiva que sigue a esta actividad, además de tener gente parada sin aportar a la producción. No se está diferenciando "lo que se puede hacer" con "lo que se debe hacer". La idea es asignar recursos y esfuerzo a "lo que se puede hacer" y no a "lo que se debe hacer".

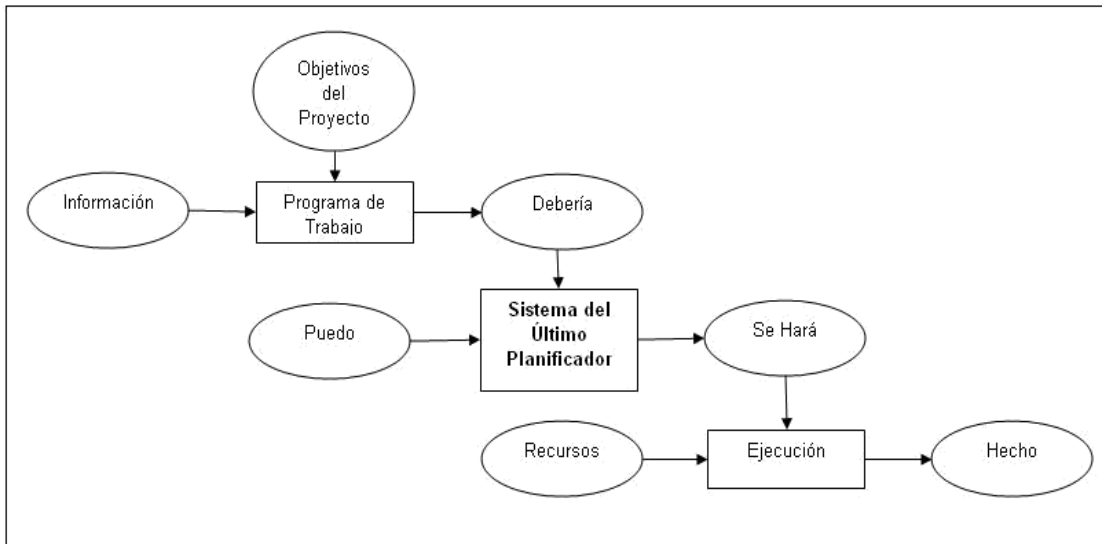


Figura N°18: “Modelo del Último Planificador”

Considerar “lo que puedo” y no “lo que debo hacer” y en función de eso determinar “lo que haré”, es la base del Sistema del Último Planificador (LastPlannerSystem). Esta es una de las diferencias principales entre el método de planificación tradicional y el sistema planteado por el Lean Construction.

Como se indicó anteriormente, la planificación tiene una etapa muy importante que es la etapa del control. El sistema tradicional y el Lean presentan una pequeña diferencia entre qué es lo que se controla. Al asignar recursos a “lo que debo hacer”, se está privilegiando la producción y por el contrario, asignando recursos a “lo que puedo hacer”, se está privilegiando la productividad. Una baja producción no implica una baja productividad, mientras que una baja productividad sí genera una menor producción. Entonces, tanto la productividad como la producción deben ser controladas en forma adecuada para que se pueda obtener un sistema equilibrado. Es importante controlar la producción con respecto a lo programado, para poder tomar acciones correctivas a tiempo y a la productividad, ya que se podría estar utilizando los recursos de manera inapropiada, pudiendo alcanzar el mismo progreso, en el mismo tiempo y con menos recursos. Ese gasto extra de recursos no se debe al uso de mala tecnología, sino a que no se está prestando atención a aquellas actividades presentes en la cadena productiva que no están agregando valor. No se debe buscar sólo hacer los subprocesos más eficientes a través de cambios tecnológicos, sino que el proceso en su conjunto debe hacerse más efectivo. Esta idea es la esencia de la Teoría de Flujo. El concepto de producción se relaciona con las

actividades de transformación y el concepto de productividad se asocia tanto a las actividades de transformación como de flujo, siendo esta la principal diferencia del método de planificación tradicional con los principios del Lean.

Para poder realizar una comparación entre los principios del Lean y las características tradicionales de la construcción, se deben llevar los términos a un mismo nivel. Los principios Lean tienen su origen en la industria manufacturera, que tiene características de producción repetitiva. La construcción también posee carácter repetitivo, aunque en mucho menor grado.

Asimismo, se pueden realizar comparaciones entre ambos tipos de producción. El modelo tradicional de producción se enfoca en el control del costo de las actividades, con el objetivo de detectar y corregir las ineficiencias del sistema. La manera en que se disminuyen los costos asociados a las fallas detectadas, es mediante la implementación de nueva tecnología. Este método es impuesto por la gerencia de la empresa y es responsabilidad del departamento de calidad. La producción es vista como un conjunto de transformaciones y considera que todas las actividades agregan valor al producto.

Por otro lado, la producción basada en los principios Lean, se enfoca no sólo en el control, sino que también en la gestión y la mejora del costo, tiempo y valor de los flujos, con el objetivo de prevenir posibles fallas del sistema. La manera de mejorar es disminuyendo las actividades de flujo y aumentando la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología. Este método no es impuesto por nadie, sino que se aplica por el convencimiento y la participación voluntaria del personal, por lo que la responsabilidad recae sobre todos los miembros de la empresa. Además, la producción es vista como un conjunto de transformaciones y flujos, asumiendo que hay actividades que agregan valor al producto y otras que no.

El siguiente cuadro resume las características de ambos métodos:

Tabla N°02: Comparación del método tradicional y Lean Construcción

	Modelo Tradicional	Método Lean
Objeto	Afecta a productos y a servicios	Afecta todas las actividades
Alcance	Actividades de control	Gestión, asesoramiento y control
Modo de aplicación	Impuestas por la dirección	Por convencimiento y participación
Metodología	Detectar y corregir	Prevenir
Responsabilidad	Del Departamento de calidad	Compromiso de todos los miembros de la empresa
Clientes	Ajenos a la empresa	Externos e internos
Conceptualización de la producción	Consiste actividades de conversión y todas las actividades agregan valor al producto	Consiste en actividades de flujo y hay actividades que agregan valor al producto o que no
Control	Costo de las actividades	Dirigido hacia el costo, tiempo y control de los flujos
Mejoramiento	Implementación de nueva tecnología	Reducción de las tareas de flujo y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología

Fuente: elaboración propia

En resumen, la principal diferencia entre ambos métodos es como consideran a las actividades que no agregan valor. En un día típico en la construcción, se puede notar que, del total del tiempo en teoría trabajado, hay un gran porcentaje que se ocupa en actividades que no contribuyen a terminar la tarea encomendada. Este aspecto es mucho más importante que en el sector manufacturero, ya que en la construcción el factor humano es mucho mayor y, lamentablemente, los trabajadores son muy buenos para “evadir” el trabajo.

Un punto que casi siempre pasa inadvertido, es el cliente hacia el cual esta metodología está orientada. En el modelo del Lean no sólo se considera como cliente al destinatario final del trabajo, sino que introduce al cliente interno. En una cadena productiva el trabajo que hace un grupo, sirve de base para el trabajo que realizará el grupo que le sigue, por lo que el grupo que le sigue es también un cliente, que requiere un trabajo de calidad en el momento adecuado. No se trata solo de optimizar el sistema completo para poder cumplir los requerimientos del cliente final, sino que se dividirá el sistema en sub-sistemas y estos se optimizaran para satisfacer al cliente interno y por consecuencia, al cliente final. Es mucho más eficiente optimizar un sistema por partes que el todo de una vez.

Otro aspecto importante, es el compromiso que requiere un sistema basado en la filosofía Lean, por parte de todos los integrantes del grupo de trabajo. Toda la gente trabaja mejor en la medida que esté consciente que pertenece a un equipo y que sepa que todos trabajan por la misma causa. Las tareas impuestas no funcionan en ninguna parte, porque el efecto psicológico de rechazo al hacer algo que otra persona decide juega muy en contra de lo que se busca. La gente se tiene que sentir considerada dentro del grupo. En la medida que todo el personal esté más comprometido con sacar adelante el proyecto, las cosas funcionarán mucho mejor, el proceso será más transparente y el grado de compromiso dará una mayor confiabilidad a los flujos de trabajo. Todo esto es muy importante y no es considerado en el modelo tradicional de planificación o producción.

La prevención es otro concepto que desarrollan los principios Lean. En construcción, los costos de hacer mal una tarea, no son sólo monetarios, sino que también se utilizan

recursos de mano de obra y tiempo en rehacerla. También se pueden prevenir atrasos debido a falta de materiales, herramientas o dudas que se tengan en el diseño. Adelantarse a los hechos, ampliando el horizonte y no sólo enfocarse en lo que se hará mañana o pasado mañana nos ayudará a evitar esos atrasos. No es común que esto se haga en las obras, ya que la presión es tan fuerte, que los profesionales a cargo no tienen tiempo de mirar tan a futuro. Más bien, viven el día a día solucionando los problemas que aparecen cotidianamente, apagando incendios.

El Sistema del Último Planificador (Last Planner System) captura la idea de la prevención como principio e intenta aplicarla en la planificación de la construcción.

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADO CRONOGRAMA MAESTRO (Master Schedule):

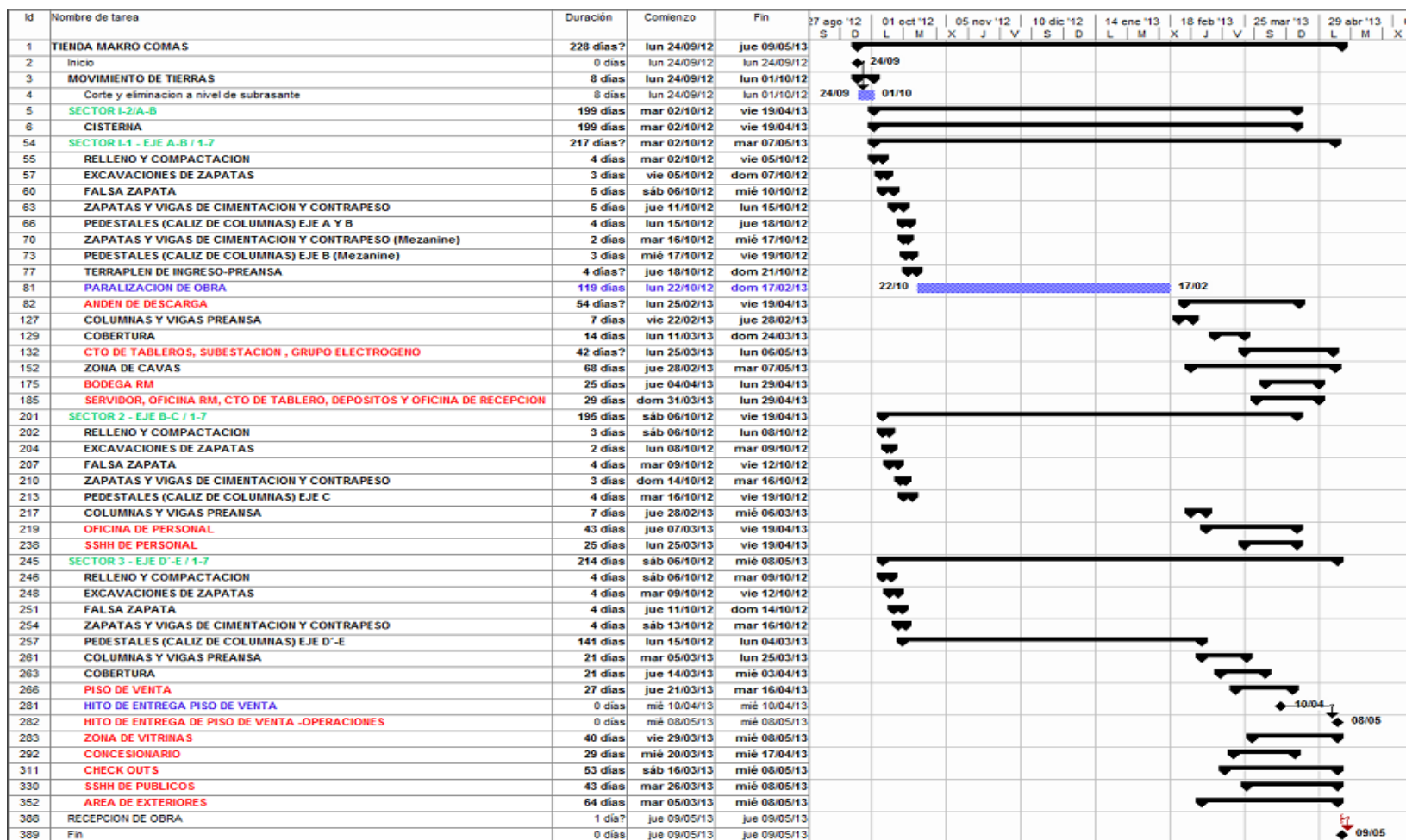


Figura N°19: Cronograma maestro

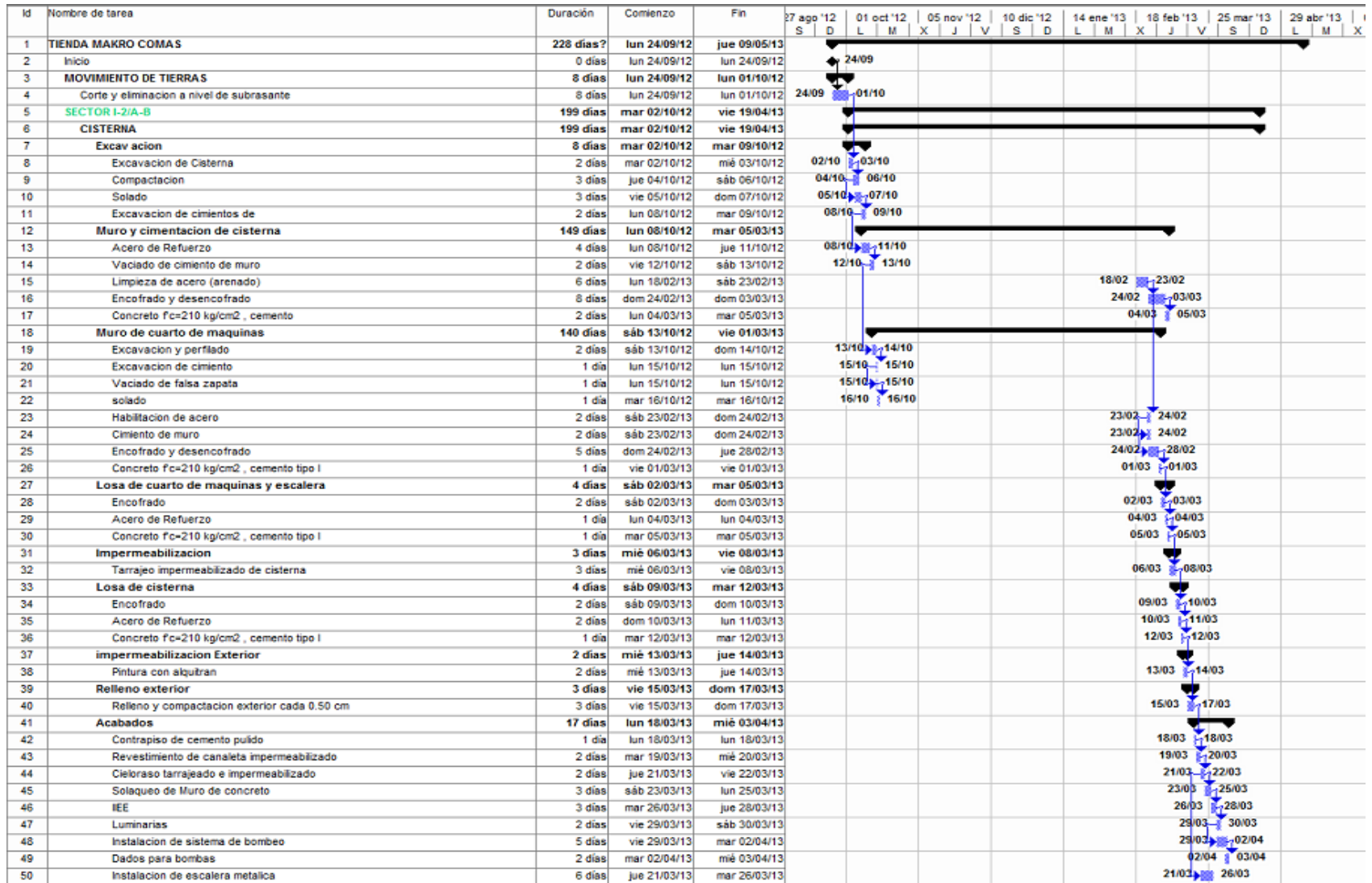


Figura N°20: Cronograma maestro

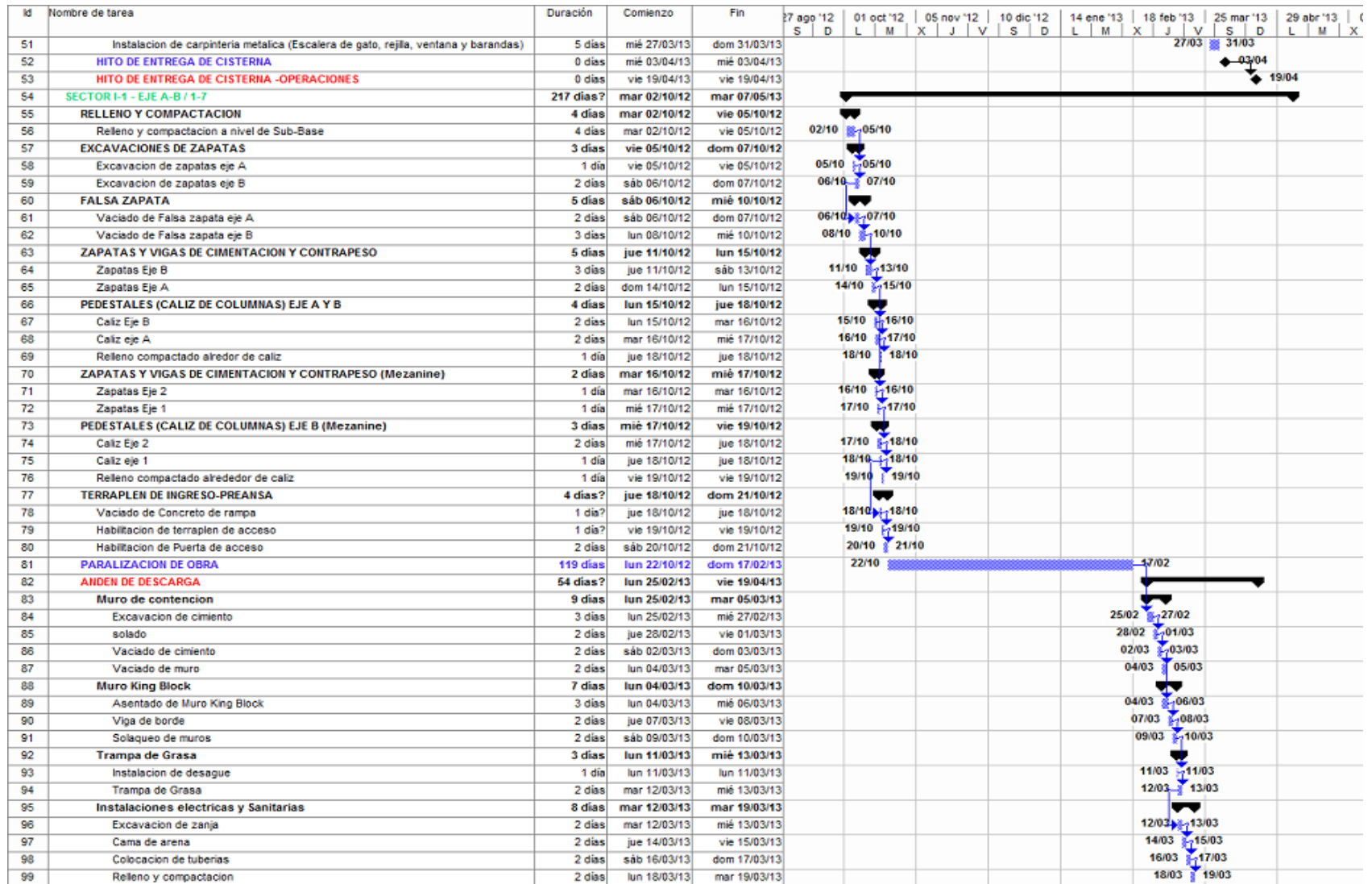


Figura N°21: Cronograma maestro

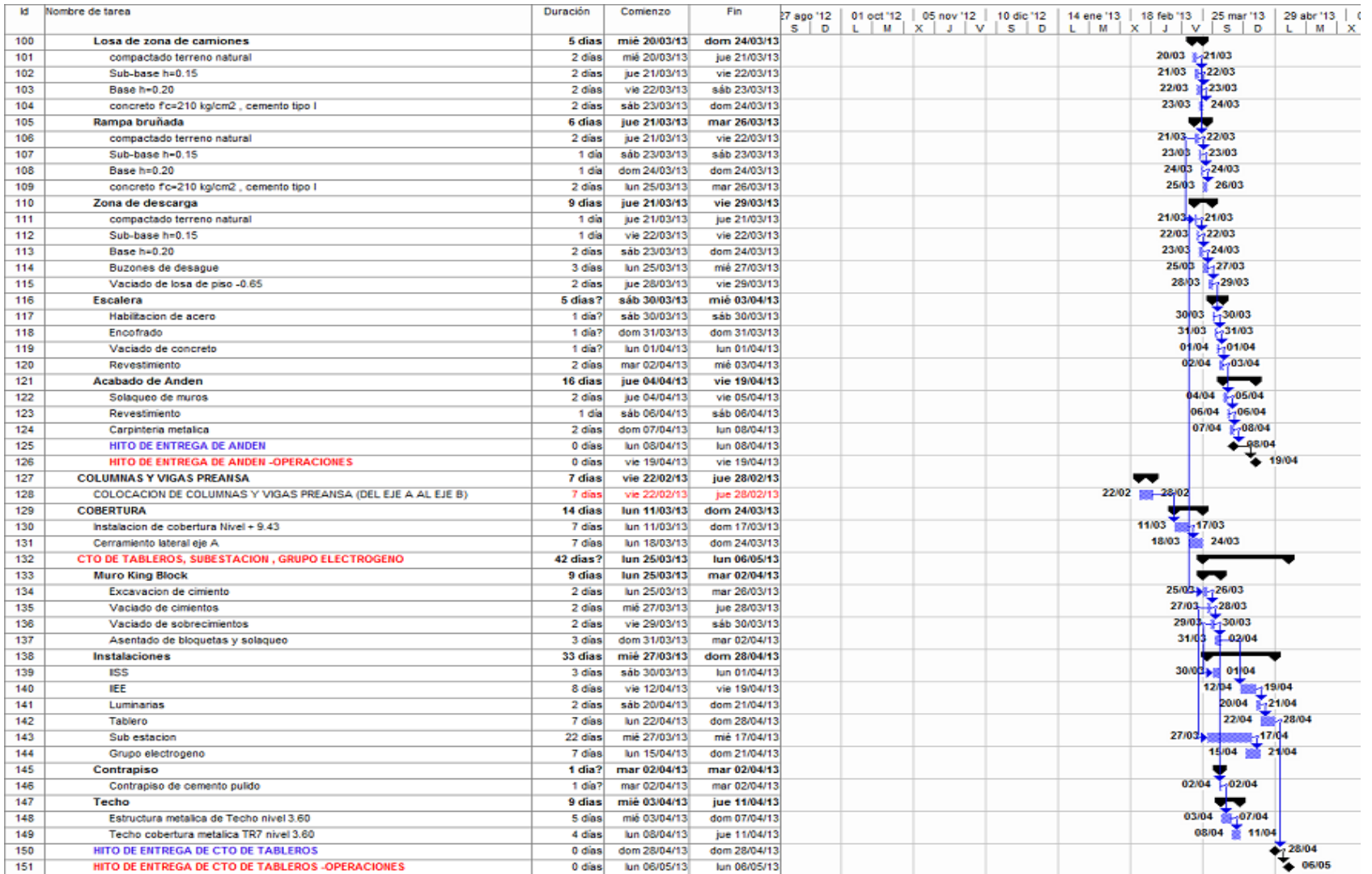


Figura N°22: Cronograma maestro

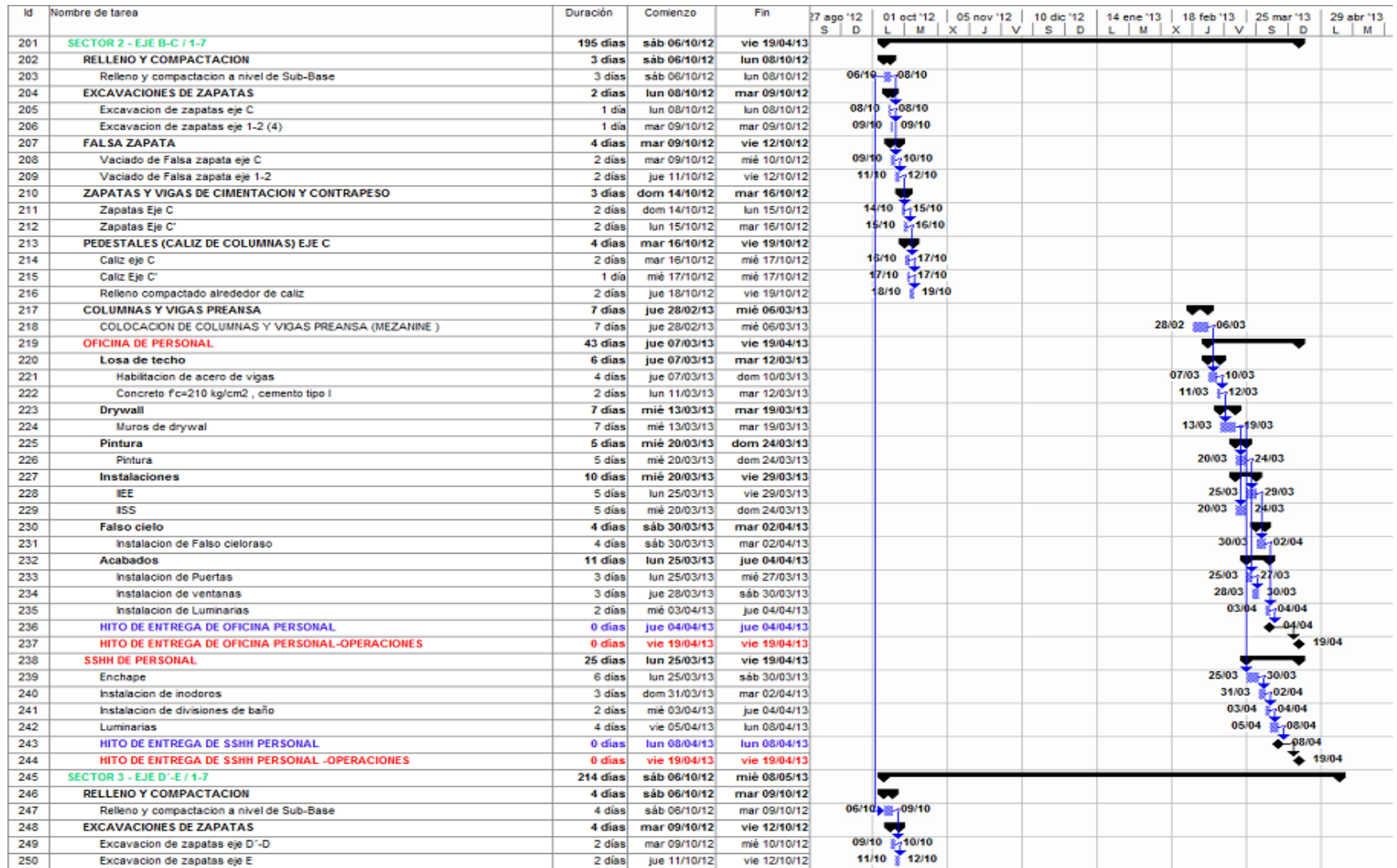


Figura N°23: Cronograma maestro

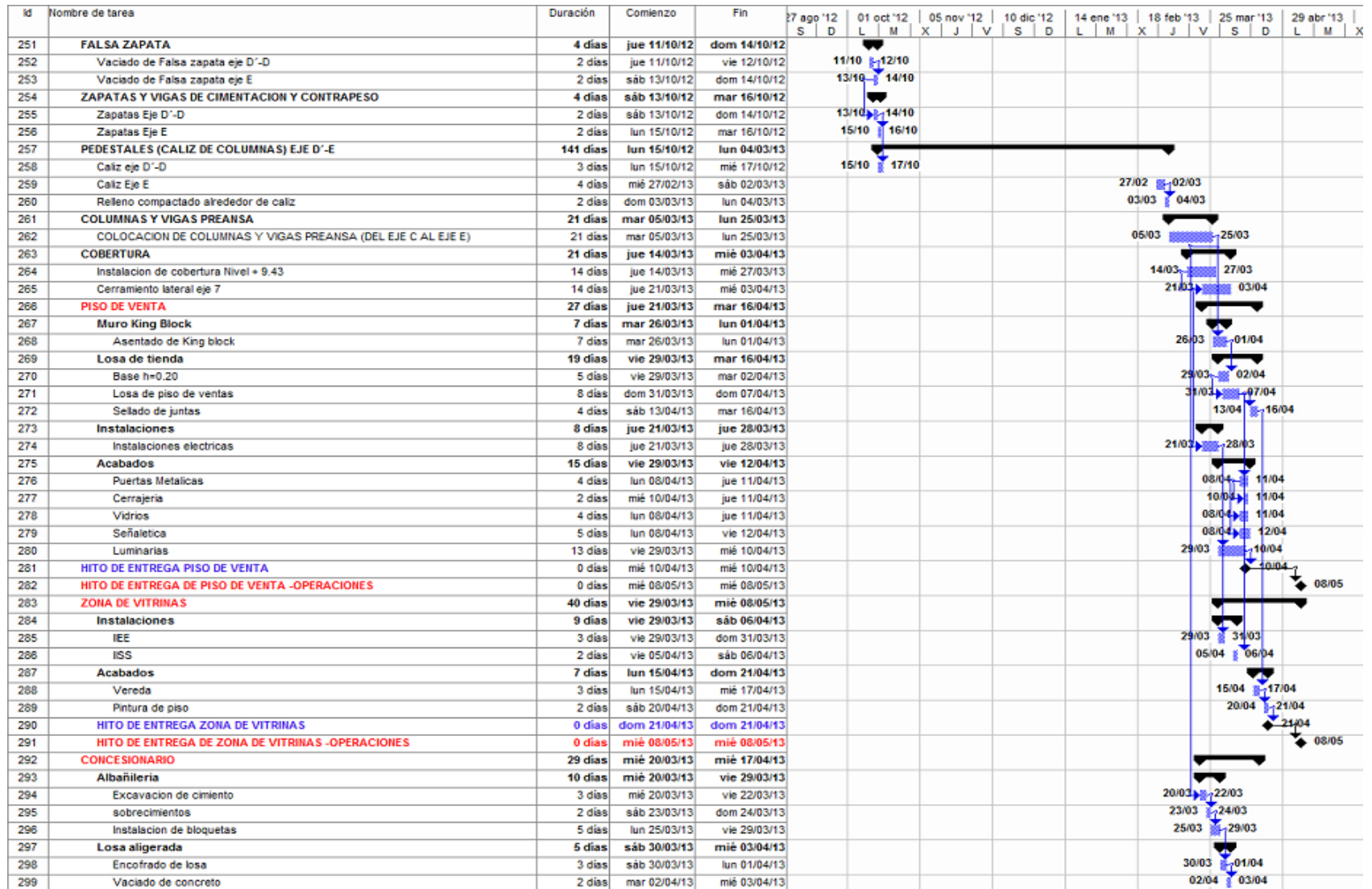


Figura N°24: Cronograma maestro

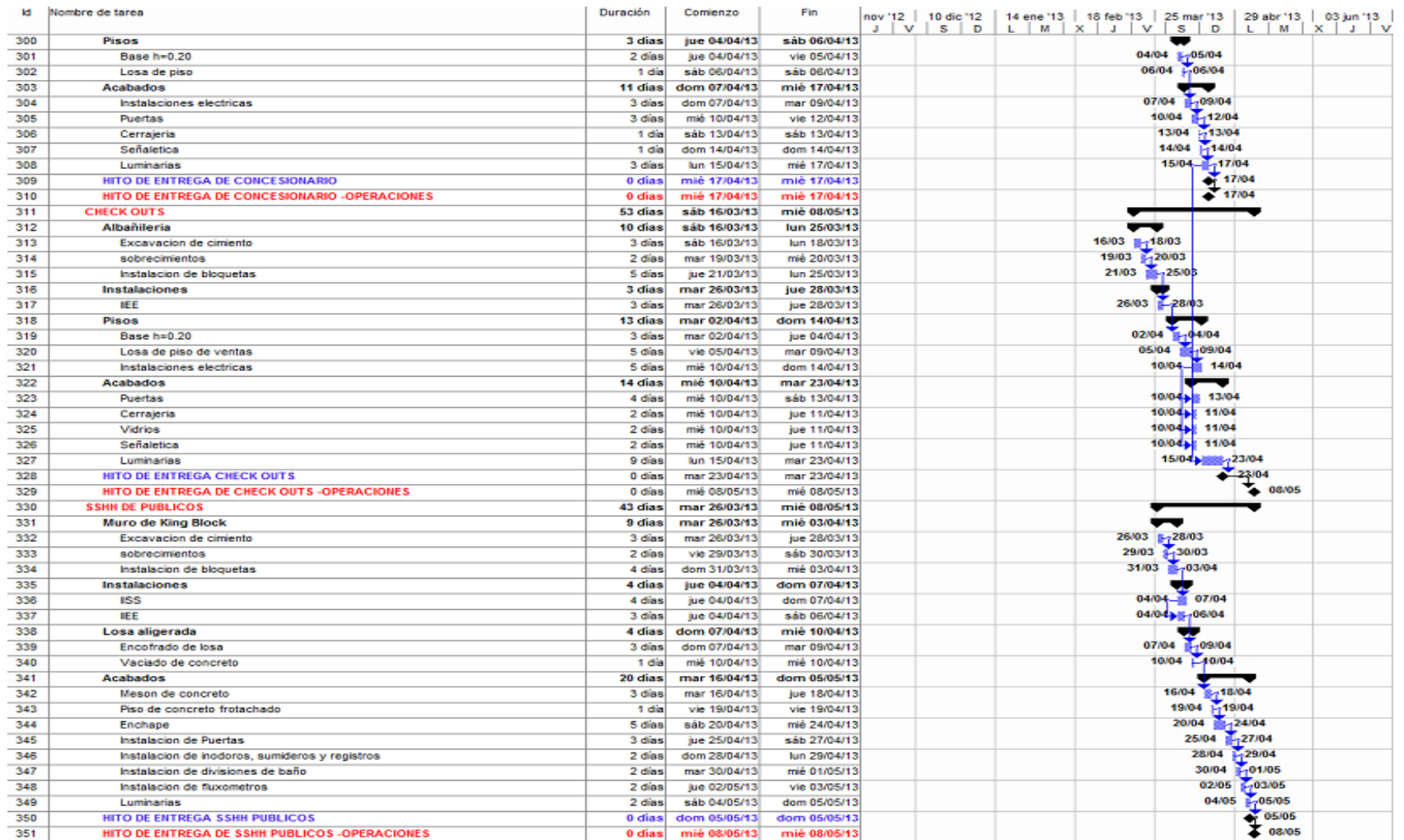


Figura N°25: Cronograma maestro

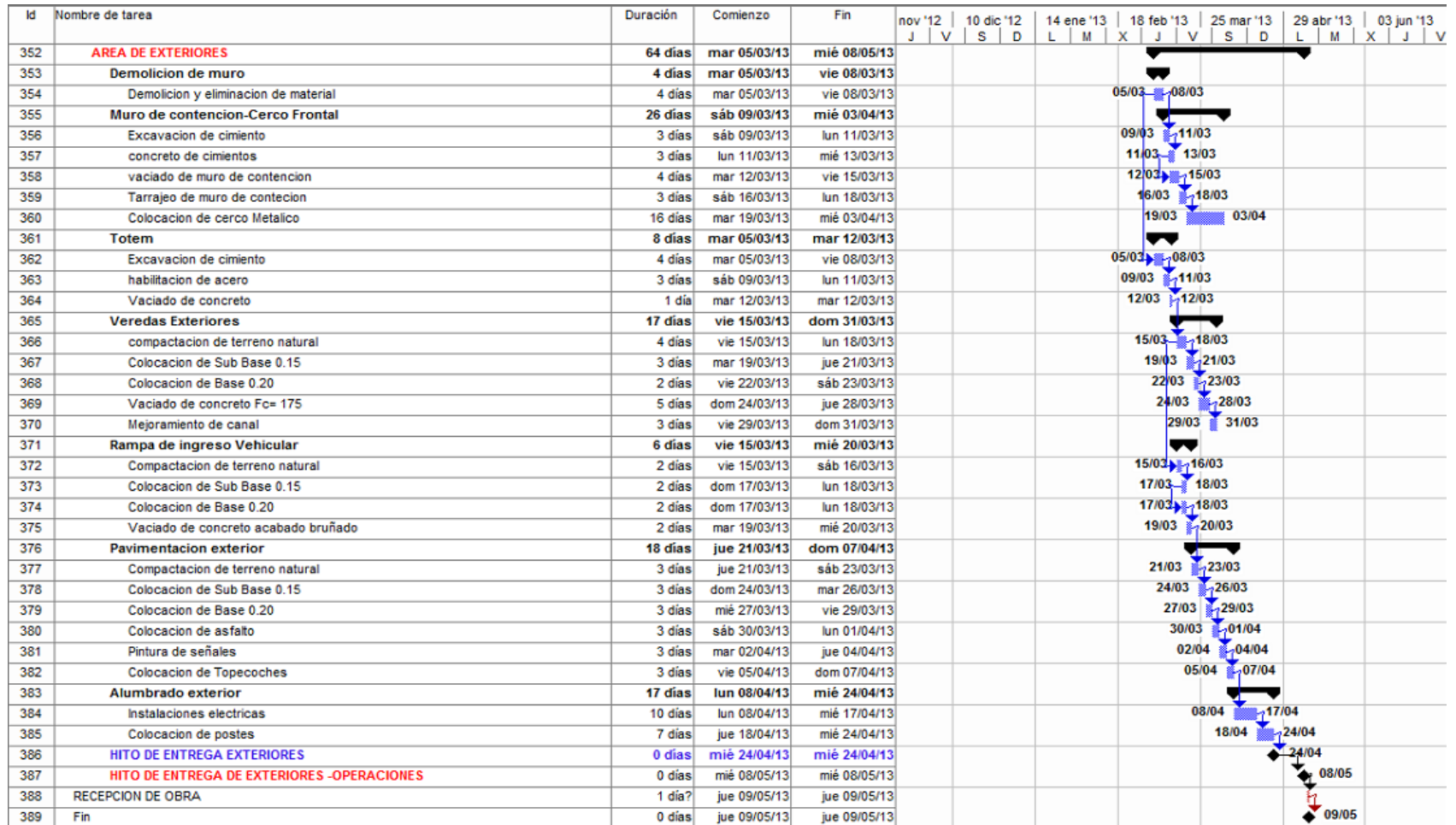


Figura N°26: Cronograma maestro

3.1.1- SECTORIZACION DEL PROYECTO:

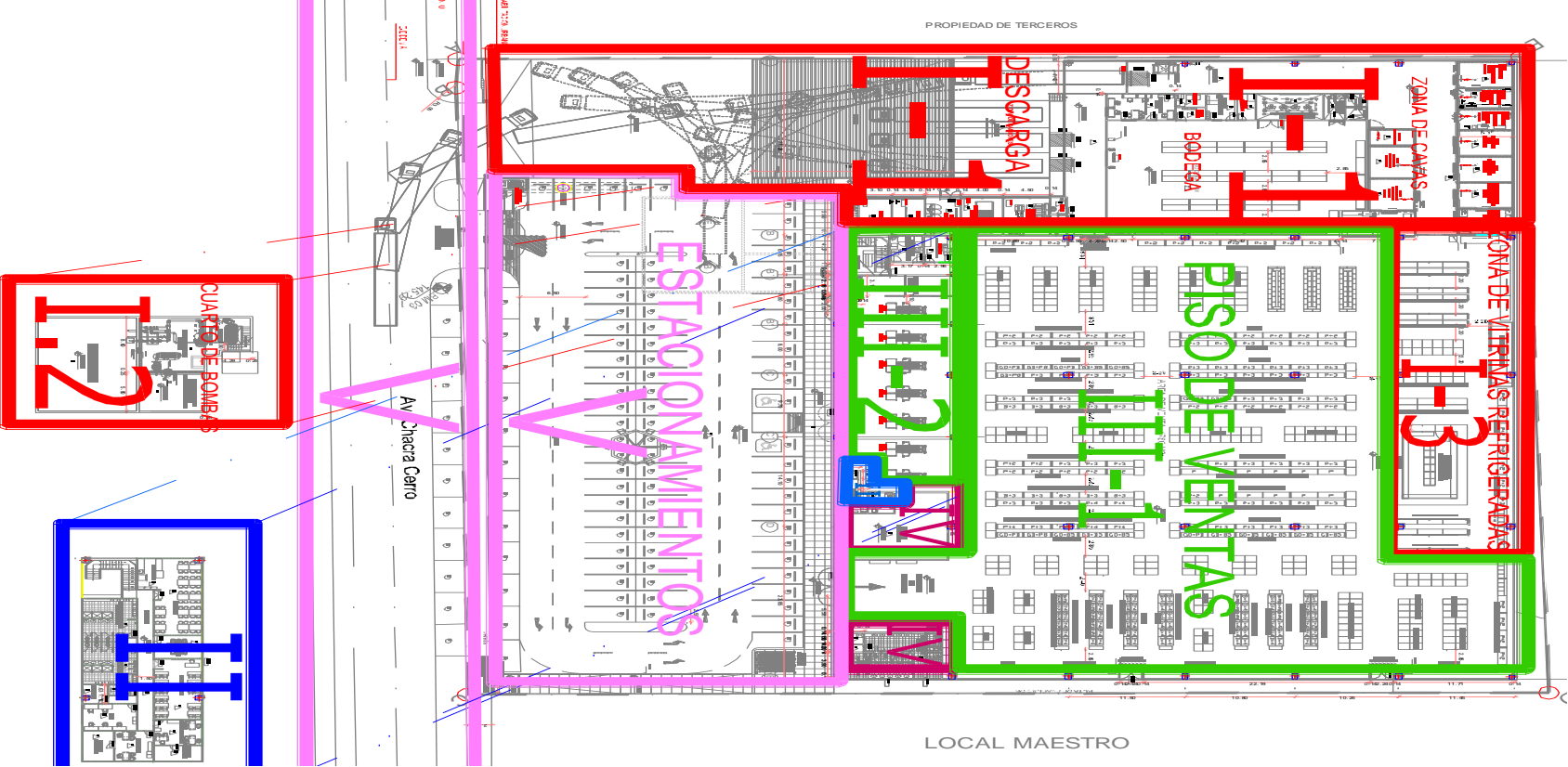


Figura N°27: Sectorización del proyecto

3.4.- PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO.

CODIGO DEL PROYECTO		: 17-08		CANT. HH TRABAJADAS		: 8.0		PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO						Código :		VW468 :			
NOMBRE DE PROYECTO		: MAKRO COMAS		FECHA DE ELABORACIÓN		: 09/03/2018		PPC						Página :		: de 1			
CLIENTE		: MAKRO SUPERMAYORISTA		NÚMERO DE REPORTE		: 3													
UBICACIÓN		: COMAS - LIMA		ELABORADO POR		: RICARDO CARRANZA													
ACTIVIDAD				SEMANA 10												ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO			
Item	Descripción	Und	Metros	Tipo de Información	L	M	X	J	V	S	PPC Sem	Tipo	Motivo de Incumplimiento	Acción Correctiva					
			Prog. Ejec.		04/03	05/03	06/03	07/03	08/03	09/03	Prop. Ejec.	C.N.C.							
	ANDE DE DESCARGA	0	0	Tren							0	0							
				Met. Prog.															
				Tren															
				Met. Ejec.															
	Muro de contencion	0	0	Tren							0	0							
				Met. Prog.															
				Tren															
				Met. Ejec.															
	Curado de Muro	3	3	Tren	21	22	23				3	3							
				Met. Prog.	1	1	1												
				Tren	1	1	1												
				Met. Ejec.	1	1	1												
	Trampa de Grasa	3	2	Tren		21	22	23			3	2	MD	BAJO RENDIMIENTO DE AVANCE					
				Met. Prog.		1	1	1											
				Tren		1	1	1											
				Met. Ejec.		1	1	1											
	Excavacion	2	1	Tren				21	22		2	1	MD	BAJO RENDIMIENTO DE AVANCE					
				Met. Prog.				1	1										
				Tren				1	1										
				Met. Ejec.				1	1										
	Falso zapata	1	0	Tren					21		1	0	MD	BAJO RENDIMIENTO DE AVANCE					
				Met. Prog.					1										
				Tren					1										
				Met. Ejec.					1										
	Instalacion de desagüe	0	0	Tren							0	0							
				Met. Prog.															
				Tren															
				Met. Ejec.															
	Acero Trampa de grasa	4	3	Tren		S1501322	S1501322	S1501322	S1501222		4	3	IMAT	FALTA DE ACERO	COORDINAR PARA LA LLEGADA DE MATERIAL A OBRA				
				Met. Prog.		1	1	1	1										
				Tren		1	1	1	1										
				Met. Ejec.		1	1	1	1										
	Encofrado	4	3	Tren		S1501322	S1501322	S1501322	S1501222		4	3	IMAT	FALTA DE ACERO	COORDINAR PARA LA LLEGADA DE MATERIAL A OBRA				
				Met. Prog.		1	1	1	1										
				Tren		1	1	1	1										
				Met. Ejec.		1	1	1	1										
	Vaciado de concreto	3	3	Tren		S1501322	S1501322	S1501322	S1501322		3	3							
				Met. Prog.		1	1	1	1										
				Tren		1	1	1	1										
				Met. Ejec.		1	1	1	1										
	Loza Zona de Camiones	3	3	Tren		S1501322	S1501322	S1501322	S1501322		3	3							
				Met. Prog.		1	1	1	1										
				Tren		1	1	1	1										
				Met. Ejec.		1	1	1	1										
	Compactado de terreno Natural	2	1	Tren				S1501322	S1501322		2	1	IMAT	FALTA DE ACERO	COORDINAR PARA LA LLEGADA DE MATERIAL A OBRA				
				Met. Prog.				1	1										
				Tren				1	1										
				Met. Ejec.				1	1										
	Sub Base H=15cm	2	1	Tren				S1501322	S1501322		2	1	IMAT	FALTA DE ACERO	COORDINAR PARA LA LLEGADA DE MATERIAL A OBRA				
				Met. Prog.				1	1										
				Tren				1	1										
				Met. Ejec.				1	1										
	Sub Base H=20cm	1	1	Tren					S1501322		1	1							
				Met. Prog.					1										
				Tren					1										
				Met. Ejec.					1										
	Concreto Fc=210kg/cm2	1	1	Tren					S1501322		1	1							
				Met. Prog.					1										
				Tren					1										
				Met. Ejec.					1										
CONFIABILIDAD O EFECTIVIDAD DE LA PROGRAMACIÓN SEMANAL											100	83							
											76.83%								

Figura N°32: Porcentaje

GRAFICOS PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC).

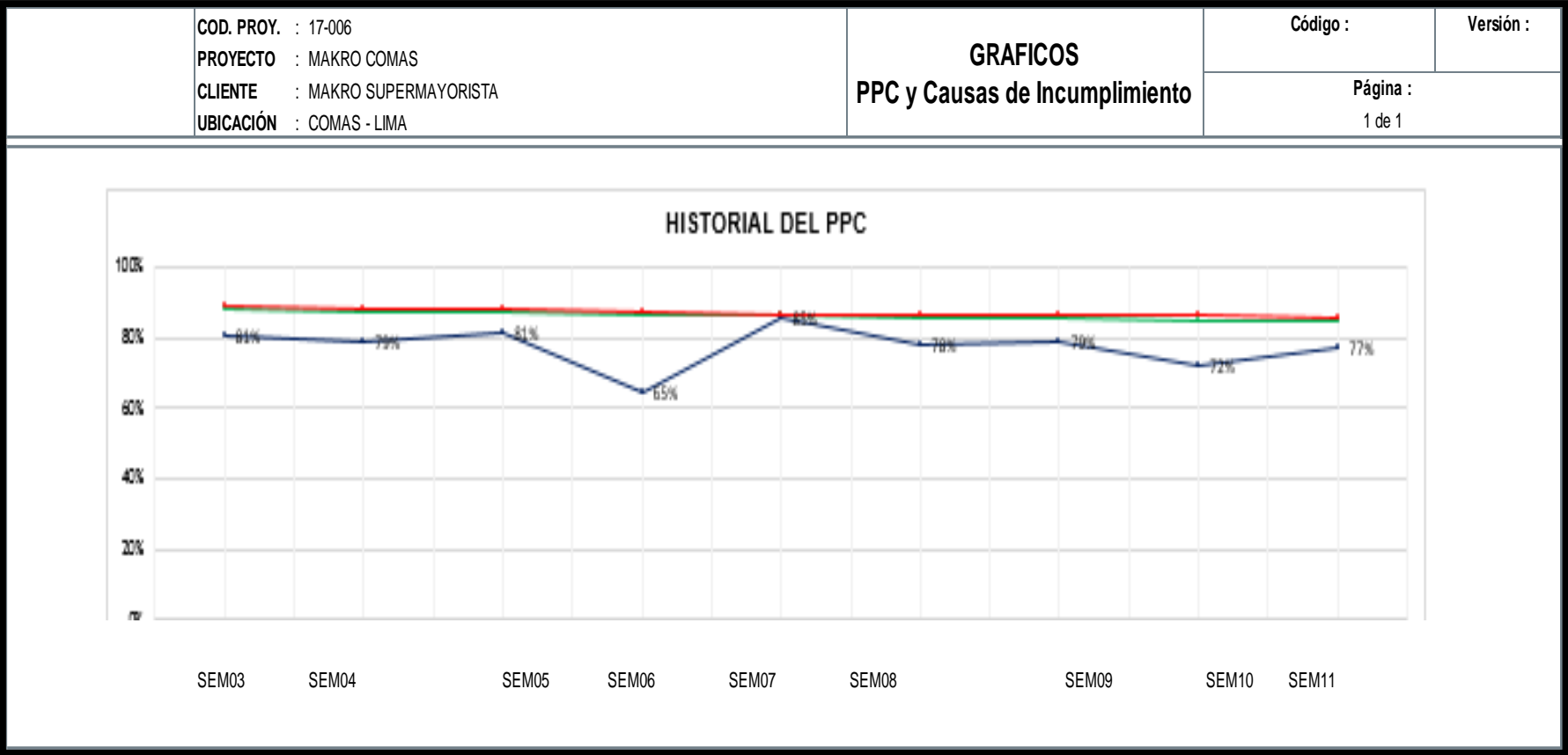


Figura N°33: Grafico Porcentual.

GRAFICOS CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO (CNC).

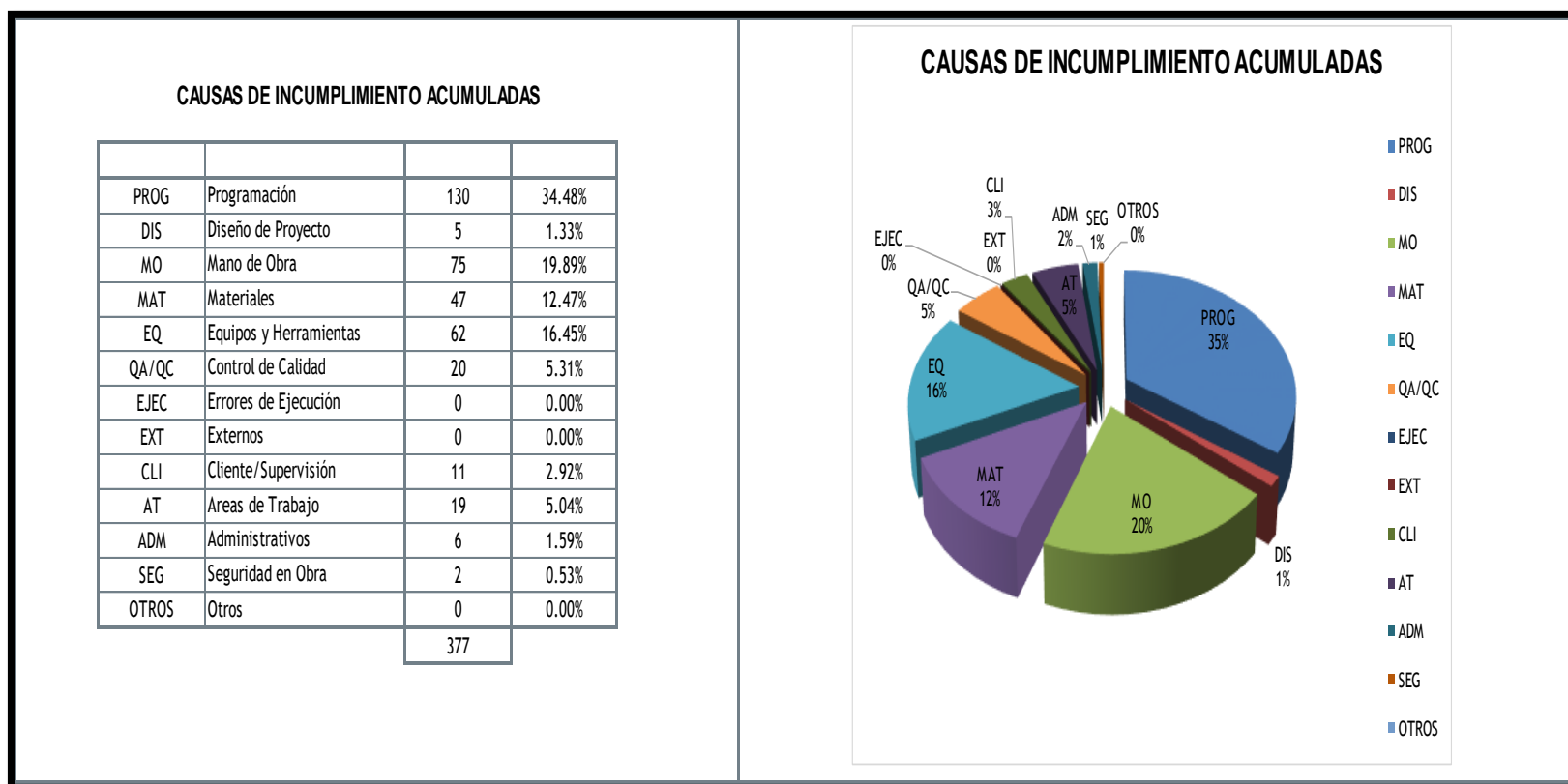


Figura N°34: Grafico de causas de no cumplimiento

CONCLUSIONES

- El sistema “Último Last Planner” es una herramienta destinada a estabilizar el flujo de trabajo y para ello se basa en los principios del Lean Production aplicados a la construcción.
- El sistema del Último Planificador permite reducir el plazo contractual de ejecución de los proyectos de construcción.
- En la comparación de este proyecto entre el Sistema Tradicional y el Last Planer, se determinó que la Herramienta es un mecanismo para llevar un mejor control y seguimiento de los procesos ya que minimiza la paralización del flujo.
- Al aumentar el porcentaje de actividades completadas (PPC) se disminuye la variabilidad de obra, lo que se traduce en una disminución de la incertidumbre del proyecto, por lo tanto, los flujos de producción se hacen más seguros y estables. Comprometer fuertemente tanto a la gerencia de la empresa como a subcontratistas, hacia la utilización e implantación del Último planificador y otras herramientas de Lean Construction, promoviendo activamente incentivos que motiven su utilización.
- El Último Planificador hace hincapié en la participación de todos los involucrados en un proyecto de construcción y que tengan relación con la planificación y la producción (esto es, desde Administradores de obra hasta Capataces), en un proceso de trabajo de equipo (trabajo colaborativo), donde el esquema es ganar-ganar (todos ganan con los beneficios de una buena implementación). Se debe hacer notar que este esquema de trabajo y participación hace sentir más propio el trabajo realizado, luego las resistencias al cambio en la organización que se producen por la implementación del Último Planificador, se ven fuertemente reducida, por la significativa relevancia que le dan los involucrados con la implementación del Último Planificador al hecho que dicho cambio, es promovido por ellos mismos (y no es unilateralmente impuesto).

- Del análisis de las causas de no cumplimiento depende la retroalimentación y el mejoramiento continuo, pues en el análisis de ellas se encuentra la capacidad de no volver a cometer errores.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la Herramienta del Last Planner de la Filosofía de Lean Construction en todos los proyectos de construcción.
- Con el sistema tradicional no se tiene un control y seguimiento del proyecto, teniendo deficiencias en los procesos de ejecución afectando enormemente a la salud del proyecto.
- Realizar el Lookahead cada 3semanas de horizontes para minimizar los riesgos y los flujos se paralicen.
- Realizar el análisis de restricciones al Lookahead de tal manera que se minimice los riesgos y se paralicen las actividades.
- El Porcentaje de Plan Cumplido – PPC se debe realizar diariamente y realizar un análisis en cada semana para determinar el porcentaje de cumplimiento en las partidas que se desarrollan durante el proyecto.
- Las Causas de No cumplimiento deben de identificarse antes de ejecutar las partidas, toda partida debe designarse un responsable para tener una mejora continua de los procesos.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Marlene y Jorge por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de mi vida a seguir.

Gracias a mi asesor al Ing. Ruben Lopez por creer en mí, y haberme brindado la oportunidad de desarrollar la presente Tesis profesional y por todo el apoyo y facilidades que fueron otorgadas a lo largo de estos años.

Bach. Carranza Vásquez Ricardo

Le agradezco a Nuestro Padre Celestial por haberme acompañado y guiado con la influencia de su espíritu en el proceso de mi carrera.

Le doy gracias a mi madre Judith por apoyarme en todo momento, a mis abuelitos que descansan en paz; y a todos mis familiares por ser un excelente ejemplo a mi vida.

Gracias a mi asesor al Ing. Rubén López por creer en mí, y haberme brindado la oportunidad de desarrollar la presente Tesis profesional.

Agradecido a cada uno de profesores que incidieron en mi aprendizaje, tanto en el aspecto secular como de principios y de valores que fueron otorgadas a lo largo de estos años.

Bach. Tejada Mariño Celso Yuri

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **ALARCÓN, L. F. (2003).** Planificación y Control de Producción para la Construcción, Guía para la Implementación, Primera edición, Santiago, Chile.
- **ALARCÓN, L. F. (2000).** Identificación y Reducción de Pérdidas en la Construcción. Herramientas y Pérdidas, Documento desarrollado para el Programa de Mejoramiento de la Gestión de Producción en la Construcción, Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Escuela de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- **BALLARD, G. (2000).** The Last Planner System of Production control, School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham, Birmingham, U.K.
- **BIRD, FRANK (1993)** “Administración del Control de Pérdidas”, 3ª Edición, Consejo Interamericano de Seguridad.
- **CUTCHERUTCHER, J. (2004)** “Lean Thinking”, Presentación para ESD.60 – Lean/Six Sigma Systems MIT Leaders for Manufacturing Program (LFM), MIT, 2004.
- **HOWELL, G, MACOMBER, HAL. (2002)** “A Guide for New Users of the Last Planner™ System Nine Steps for Success” Lean Project Consulting Inc.
- Howell, G. (1999) “What is Lean Construction”, Séptima Conferencia Internacional del Grupo Lean Construction (IGLC-7), 28 - 29 Julio, Berkeley, USA.
- **KOSKELA, (2000).** An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction, VTT Building Technology, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland.www.gepuc.cl, Mejorando la Productividad de los Proyectos con Planificaciones más Confiables, (2003). Centro de Excelencia en Gestión de Producción, consultado en octubre del 2008.
- **MACOMBER, HAL, (2006)** “Critical Path Method: Fool Me Once, Fool Me Twice”.

- **WOMACK, J. Y JONES, D. (2005)** “Lean Thinking”, Ediciones Gestión 2000, Barcelona, España.

ANEXOS

ANEXOS -1

PANEL

FOTOGRAFICO

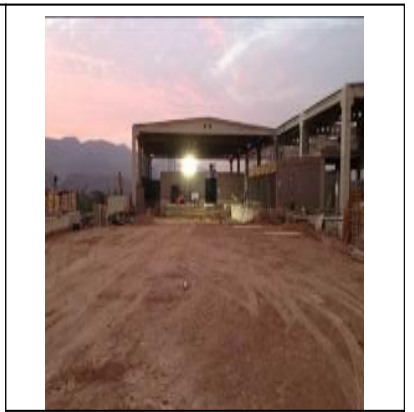
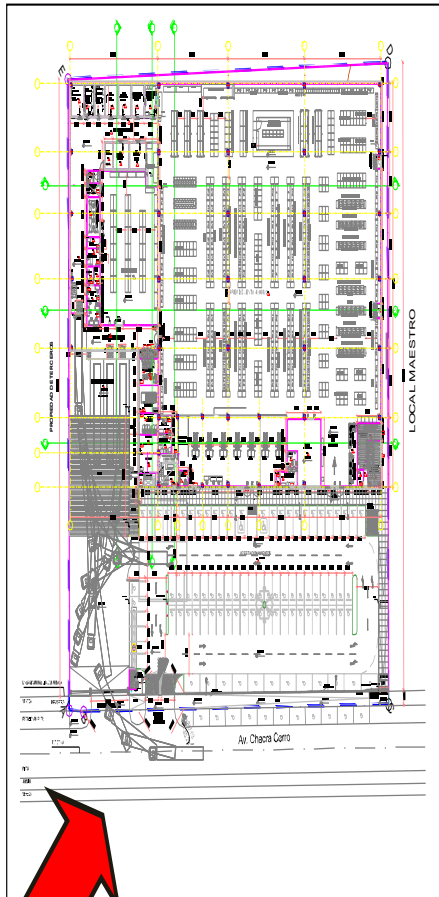
SEGUIMIENTO PERIODICO DE OBRA: VISTA 01 Av. CHACRA CERRO con CENTENARIO



VISTA 01

VISTA DESDE LA Av. CHACRA CERRO

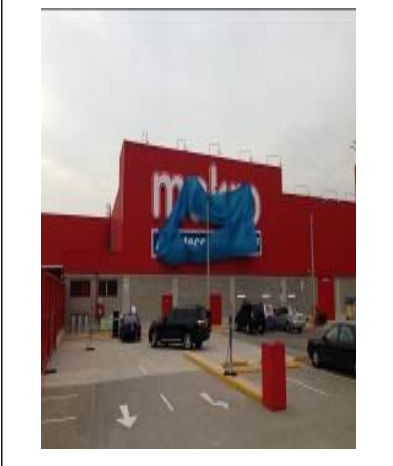
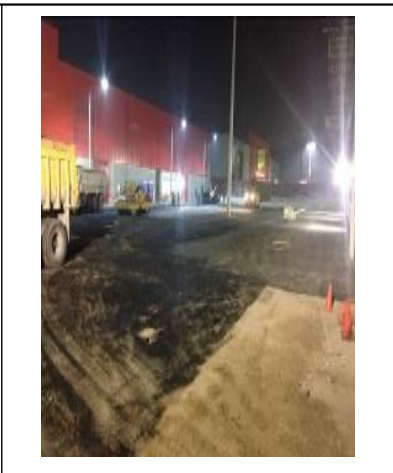
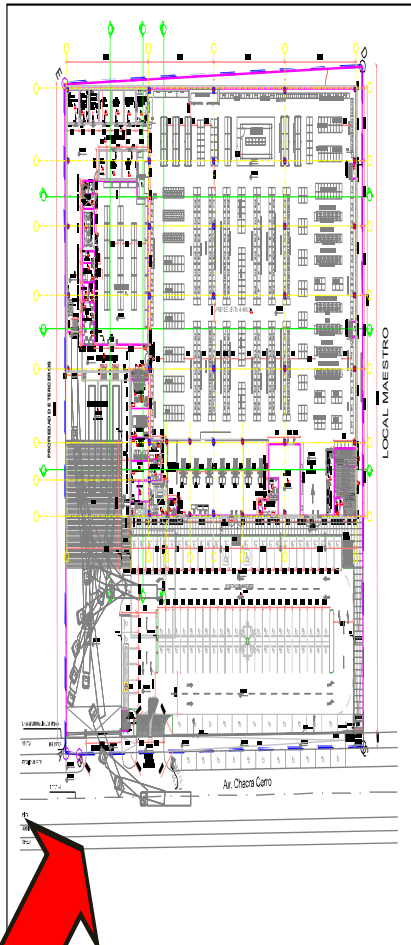
Figura N°35: Seguimiento de obra



VISTA 01

VISTA DESDE LA Av. CHACRA CERRO

Figura N°36: Vista Chacra Cerro



VISTA 01

VISTA DESDE LA Av. CHACRA CERRO

Figura N°37: Vista Chacra Cerro

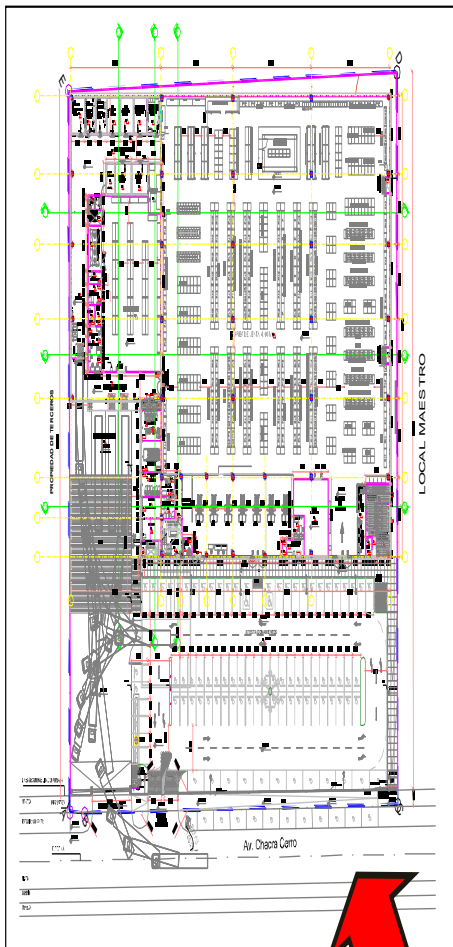
SEGUIMIENTO PERIODICO DE OBRA: VISTA 02 Av. CHACRA CERRO con MAESTRO



VISTA 02

VISTA DESDE LA Av. CHACRA CERRO.

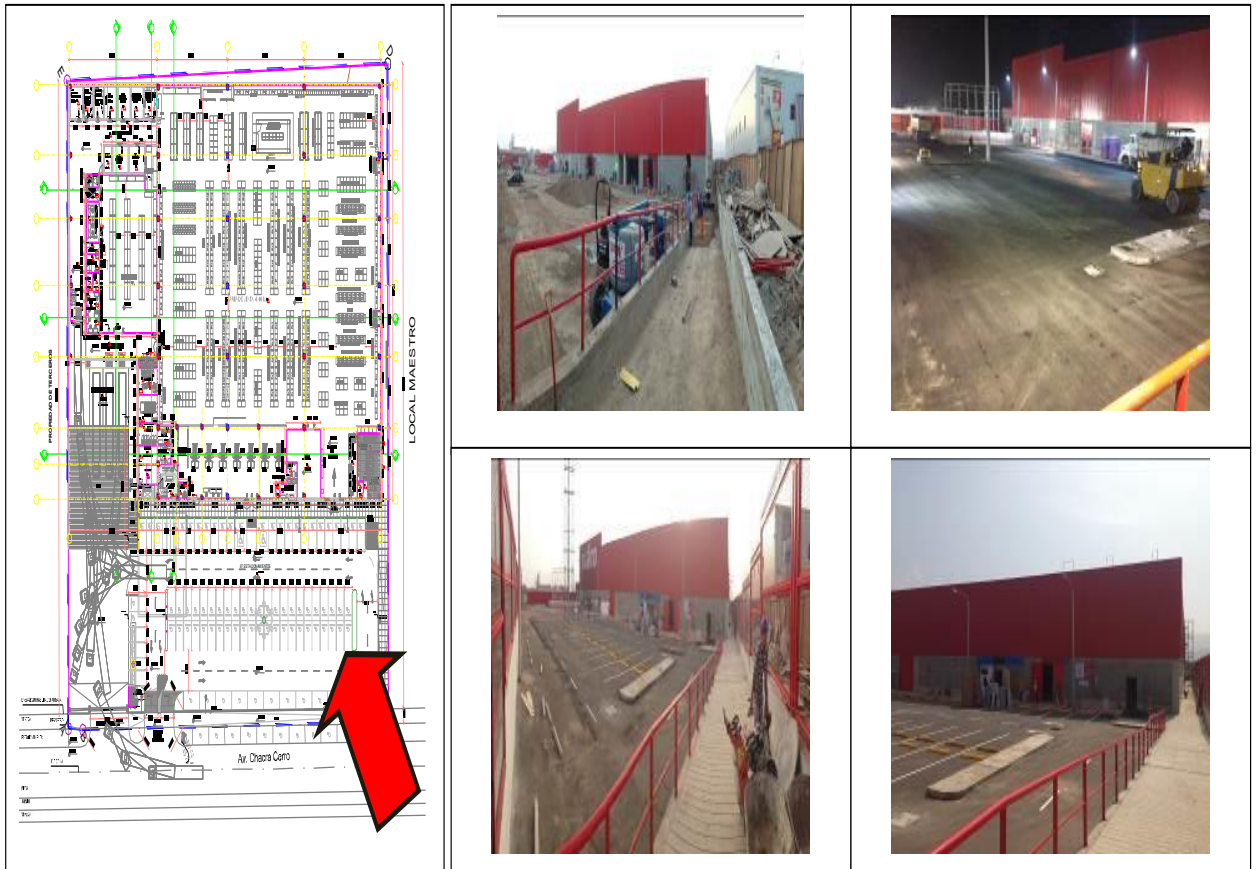
Figura N°38: Vista Chacra Cerro



VISTA 02

VISTA DESDE LA Av. CHACRA CERRO

Figura N°39: Vista Chacra Cerro

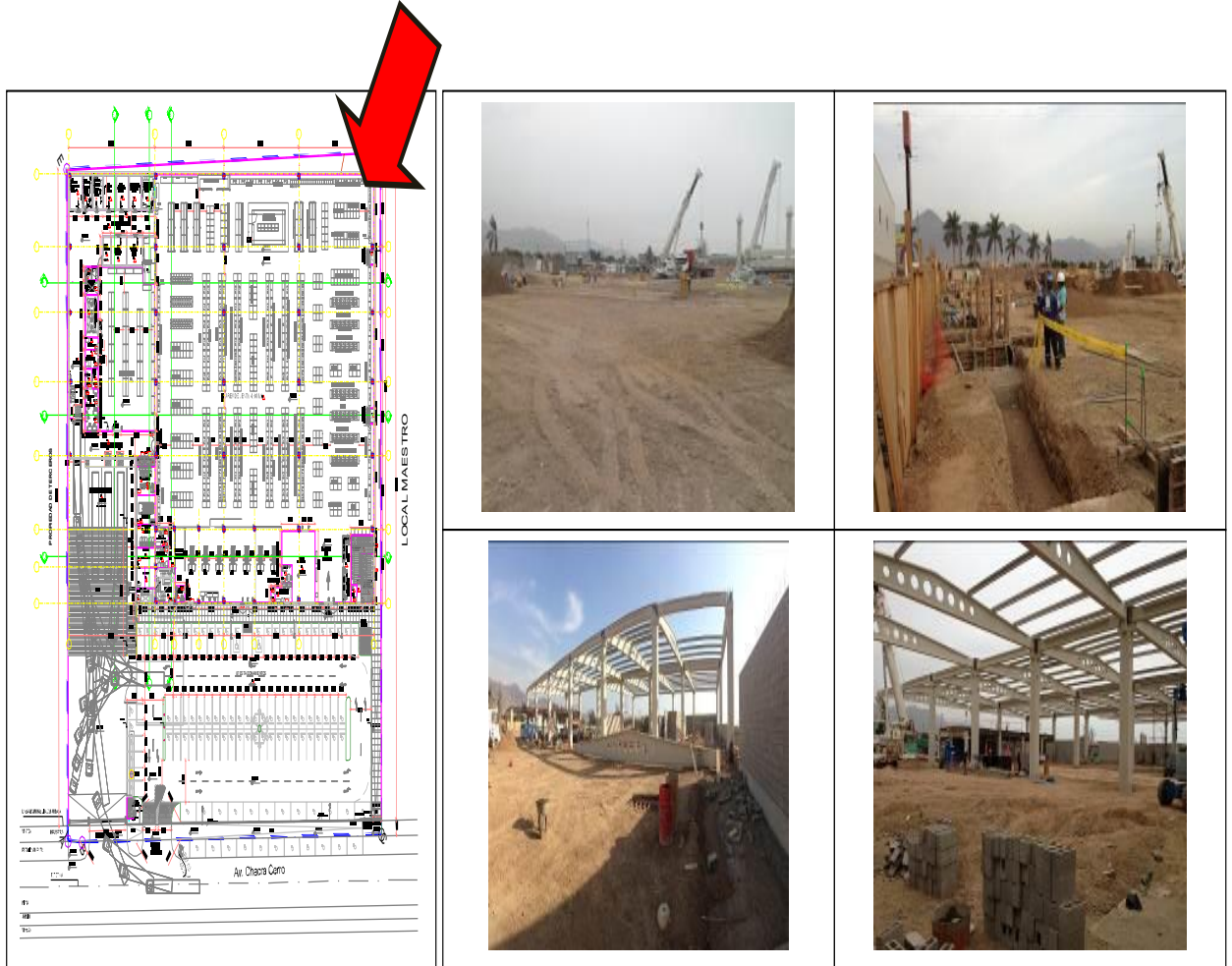


VISTA 02

VISTA DESDE LA Av. CHACRA CERRO

Figura N°40: Vista Chacra Cerro

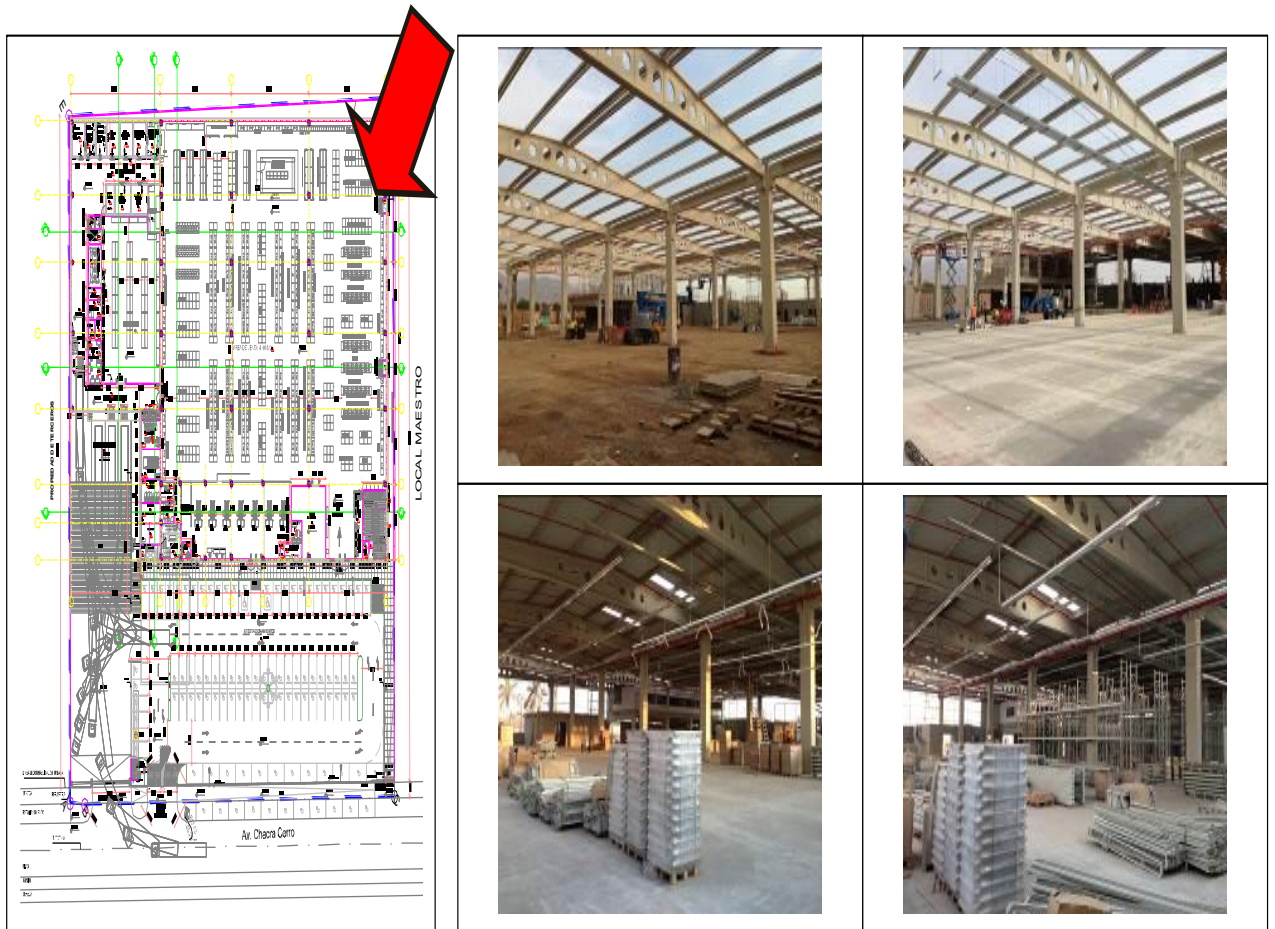
SEGUIMIENTO PERIODICO DE OBRA: VISTA 03



VISTA 03

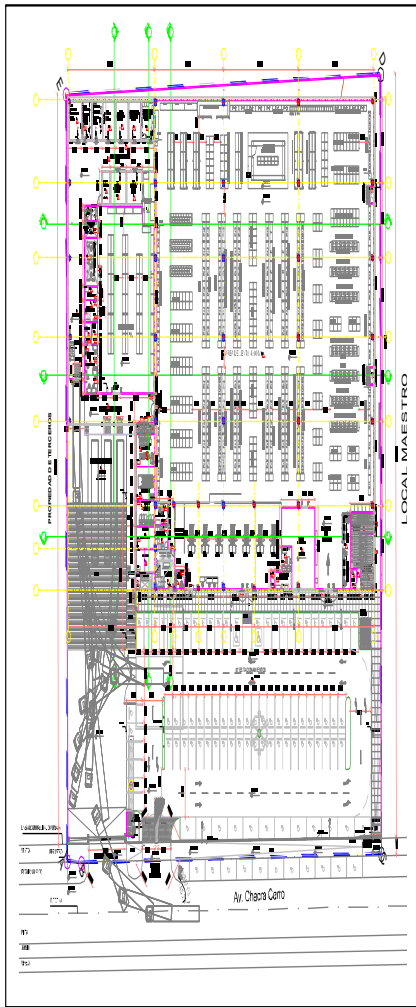
VISTA POSTERIOR DESDE PROPIEDAD DE MAESTRO

Figura N°41: Vista Posterior



VISTA 03 VISTA POSTERIOR DESDE PROPIEDAD DE MAESTRO

Figura N°42: Vista Posterior



VISTA 03

VISTA POSTERIOR DESDE PROPIEDAD DE MAESTRO

Figura N°43: Vista Posterior

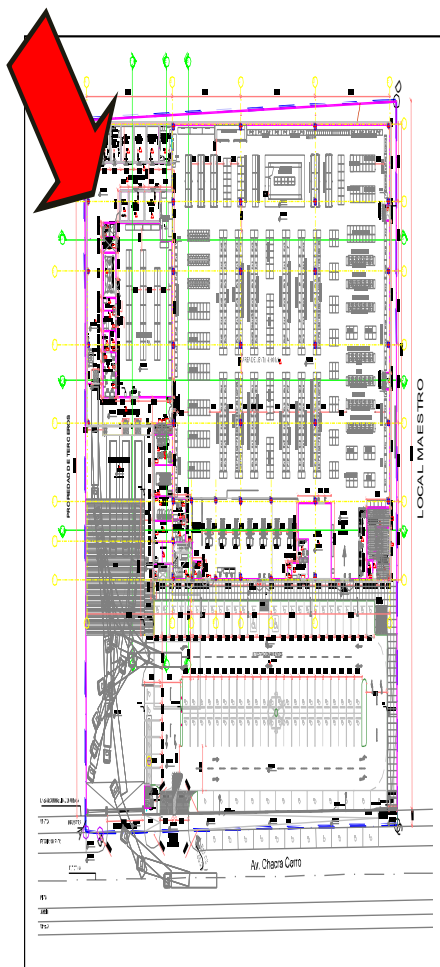
SEGUIMIENTO PERIODICO DE OBRA: VISTA 04



VISTA 04

VISTA POSTERIOR DESDE PROPIEDAD DE CENTENARIO

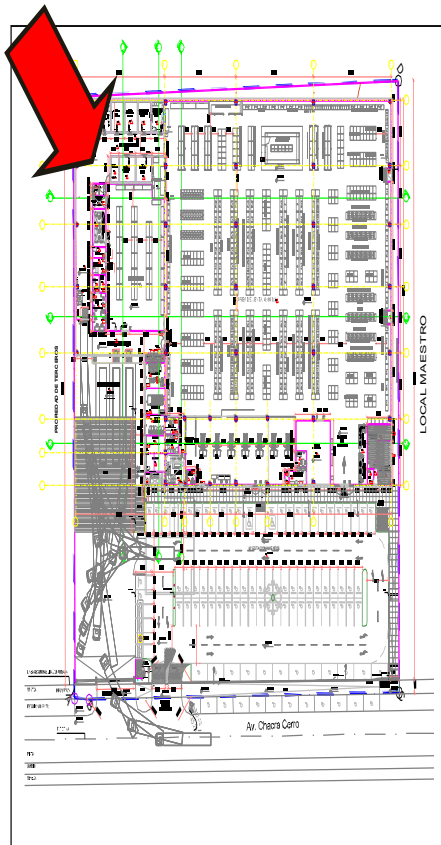
Figura N°44: Vista Posterior



VISTA 04

VISTA POSTERIOR DESDE PROPIEDAD DE CENTENARIO

Figura N°45: Vista Posterior



VISTA 04

VISTA POSTERIOR DESDE PROPIEDAD DE CENTENARIO

Figura N°46: Vista Posterior