



# Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Construcción

## “IMPLEMENTACION DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS”.

Tesis para optar al título de:  
Ingeniero Constructor.

Profesor Guía:  
Sr. Adolfo Castro Bustamante.  
Ingeniero Civil. M.Sc. en Ingeniería Civil.  
Especialidad Estructuras.

CAROL FABIOLA BARRÍA NORAMBUENA  
VALDIVIA-CHILE  
2009

## **AGRADECIMIENTOS.**

A mis padres. Por apoyarme e incentivarme siempre a cumplir mis metas,  
Gracias por el esfuerzo que realizaron para que yo siguiera adelante.

Agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma me apoyaron  
en este proceso.

## **RESUMEN.**

Lean construction es una nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas). Para contribuir a tal fin, Ballard y Howell diseñaron un nuevo sistema de planificación y control denominado “Last planner”, con cambios fundamentales en la manera como los proyectos de construcción se planifican y controlan. El Sistema del Último planificador, tiene varios niveles de planificación donde se refina el plan y reduce la incertidumbre, considerando solo lo que pueda hacerse, y no lo que deba realizarse. De esta manera se mantienen los objetivos presentes y el equipo del proyecto puede ayudar a remover obstáculos para alcanzarlos, de tal forma la planificación no solo son intenciones sino, un compromiso de trabajo activo para diseñar la manera de realizar las actividades. Este sistema asegura un flujo de trabajo continuo y el cumplimiento de las actividades de un plan a través de planificaciones más confiables con el que es posible alcanzar un nivel de producción mas optimo.

## **SUMMARY**

Lean construction is a new philosophy guided toward construction production administration. Its main objective is the elimination of non – adding activities (losses). In order to contribute to such aim Ballard and Howell, designed a new planning and control system, known as the Last planner system, with fundamental changes in the way construction projects are planned and controlled. The Last Planner System, it has many levels of planning where the plan is refined and the uncertainty is reduced, considering only what can become and not what must be realized, this way the present objectives stay and the equipment of the project can help to remove obstacles to reach it, this way the planning is not only intentions, but a commitment of active work to design the form to realize the activities.

## **CAPÍTULOS**

- I.-** Introducción.
- II.-** Lean construction como filosofía de planificación.
  - 2.1.- Antecedentes históricos.
  - 2.2.- Producción sin pérdidas o producción limpia
    - 2.2.1.- Concepto de producción sin Pérdidas.
    - 2.2.2.- Principios de Lean Construction.
- III.-** Introducción al sistema Last Planner o Ultimo Planificador.
  - 3.1.- Concepto del Ultimo Planificador
    - 3.1.1.- El Plan Maestro.
    - 3.1.2.-Planificación Intermedia.
    - 3.1.3.-Planificación Semanal.
- IV.-** Implementación del sistema Last Planner.
  - 4.1.- Implementación de planificación intermedia.
    - 4.1.1.- Definición de las actividades de la planificación intermedia.
    - 4.1.2.-Análisis de restricciones.
  - 4.2.- Implementación de la planificación semanal.
    - 4.2.1.- Medición de la práctica del sistema de planificación.
    - 4.2.2.- proceso de planificación semanal.
    - 4.2.3.-Causas de no cumplimientos.
- V.-** Aplicación del Ultimo Planificador en Empresa constructora de viviendas.
  - 5.1.- Antecedentes Generales
  - 5.2.- Aplicación del Sistema de Planificación dentro de la empresa.
  - 5.3.- Método tradicional de planificación v/s Last Planner.

Conclusiones.

Bibliografía.

## **CAPITULO I.**

### **INTRODUCCION.**

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 perdidas 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 Chilenas 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 esta 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 si, si no del logro de los compromisos confiables con la planificación. Los compromisos en el sistema del último

planificador 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 mas bajo de la planificación que se denomina plan de trabajo semanal y esta 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 perdidas 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 de una empresa constructora, 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 cual 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 que manera asegura la transmisión de información.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Información extraída del texto Identificación y Reducción de perdidas en la Construcción. L. Alarcón

CAPITULO II.  
LEAN CONSTRUCTION COMO FILOSOFIA DE PLANIFICACION.

2.1 ANTECEDENTES HISTORICOS.

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 fundo 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 perdidas, limitación de la producción a pequeñas partes, reducir o simplificar su estructura de producción, utilización de maquinas semiautomáticas, entre otros.



Figura N 2.1: método utilizado por Toyota.



En Japón los aspectos de calidad han sido implementados bajo la dirección de consultores americanos como Deming, Juran y Feigembbaum. Su filosofía de calidad se desarrollo 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 logro establecer una base teórica, sino hasta principios de los años 80, ya que la información que tenia 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.<sup>2</sup>

Durante la década de los 80s se publicaron una serie de textos para estudiar y analizar el acercamiento hacia la nueva filosofía en forma mas detallada (Deming 1982, Shonberger 1982, Shonberger 1986, Henos 1988, O`Grady 1988) a principios de los años 90s la nueva filosofía es conocida con diferentes nombres como producción flexible o la fabricación de clase mundial pero, solo es practicada de forma parcial por las grandes empresas de manufactura Europea y Norteamericana, estos nuevos avances también han sido difundidos a otros campos como la producción personalizada (Ashton y Cook 1989), servicios de administración (Harrington 1991) y el desarrollo de nuevos productos. Paralelamente la filosofía en Japón ha sufrido numerosos avances desplegando la función de calidad y sirviendo de base para la creación de cadenas criticas, teoría

---

<sup>2</sup> Información extraída del Sistema de Producción Toyota – Wikipedia.

de las restricciones y el mejoramiento continuo, planteado por el físico israelí Eliyahu Goldratt en su libro *la Meta*, Teoría de las restricciones, que ha revolucionado la administración de negocios y por su extensión a la construcción.

Paralelo a la propuesta de Goldratt, Una serie de estudiosos nacionales e internacionales han realizado un esfuerzo por conceptualizar los problemas de la industria de la construcción organizando un marco teórico que nos permita entender su tipo de producción, esta referencia teórica desarrollada recibe el nombre de Lean Construction o “Construcción sin Perdidas”.

Muchos autores han intentado entender por que la planificación que hacemos a diario en nuestras obras es poco confiable y en ocasiones erradas. Desde ese entonces muchos han sido los intentos por mejorar los problemas en la administración de los proyectos, la mala comunicación, la falta de coordinación entre disciplinas y erráticas formas de tomar decisiones, la falta de planificación muchas veces es sustituida por el caos e improvisación causando una desequilibrada asignación de los recursos. Entre estos escritores es necesario nombrar por ejemplo al Ingeniero Irlandés Lauri Koskela, quien publica en el año 1992 un documento llamado “*Application of the New Production Philosophy to Construction*”; donde se muestran los primeros acercamientos de la filosofía de “Lean Production” a la construcción, sistematizando los conceptos mas avanzados de la administración moderna (Mejoramiento Continuo, Justo a Tiempo) junto con la ingeniería de métodos reformula los conceptos tradicionales de planificar y controlar obras proponiendo en su tesis una nueva filosofía de Control de Producción .

En Chile desde el año 2001 la Cámara Chilena de la Construcción junto a la Universidad Católica de Chile ha puesto en marcha el “*Programa de Excelencia en*

*Gestión de Producción*” apoyado por una serie de empresas nacionales, con motivo de mejorar la gestión de producción en las empresas constructoras Chilenas.

## **2.2 PRODUCCION SIN PÉRDIDAS O CONSTRUCCION 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.<sup>3</sup>

### **2.2.1. CONCEPTO DE PRODUCCION SIN PÉRDIDAS**

La nueva filosofía promueve un mejoramiento continuo en los procesos productivos a través de una reducción de perdidas (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 perdidas, 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 mas 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.

---

<sup>3</sup> Información extraída del texto Identificación y Reducción de perdidas en la construcción. L. Alarcón

- 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”.<sup>4</sup>
- 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 mas rápida y económica, cuanto mas 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.

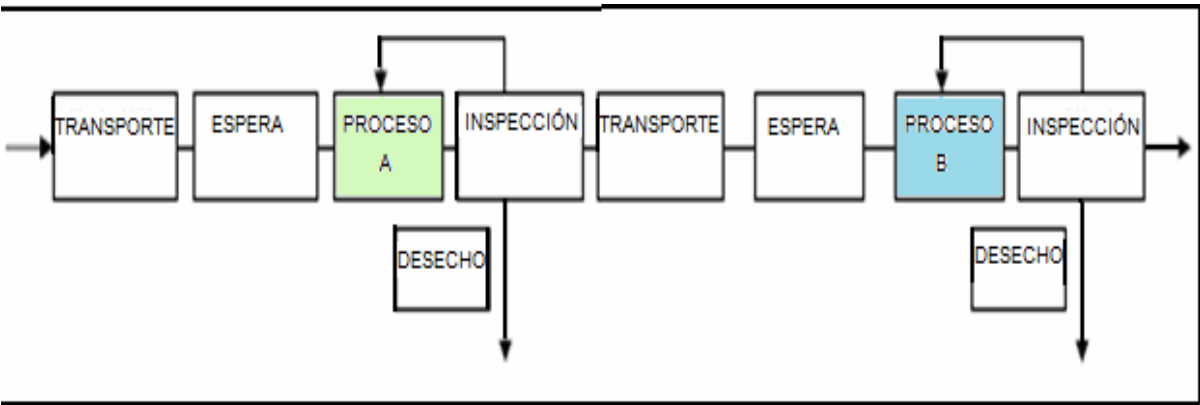
Hay mejoramiento continuo pues cada uno de los aspectos del proceso de producción esta sujeto a discusión y experimentación de posibles soluciones.

---

<sup>4</sup> Información extraída del texto Identificación y Reducción de perdidas en la construcción. L. Alarcón

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

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



**Figura 2.2: “Flujo de producción”**

En este flujo, el material es procesado (convertido), inspeccionado, esta en espera o esta 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.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Información extraída del texto Identificación y Reducción de perdidas en la construcción. L. Alarcón

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 esta 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.

**2.2.2. 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 que serán mostrados a continuación:

- 1.- Incrementar la eficiencia de las actividades que agregan valor.

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

3.- Aumentar el valor del producto considerando los requerimientos del cliente.

4.- Reducir la variabilidad.

5.- Reducir el tiempo de ciclo.

6.- Minimizar los pasos de manera de simplificar el proceso.

7.- Incrementar la flexibilidad de las salidas.

8.- Incrementar la transparencia 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

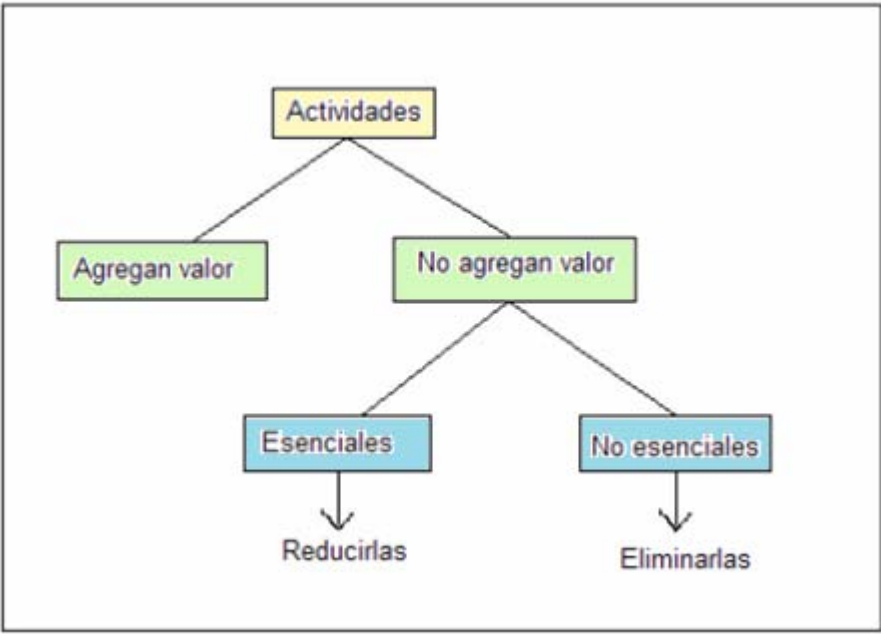
**Tabla 2.1: “Principios de la Nueva Filosofía de Producción”**

Las actividades que agregan valor y las que no agregan valor se pueden definir en lo siguiente:

- **Actividades que agregan valor:** Aquellas que convierten los materiales y/o información en búsqueda de lo que el requiere.



- **Actividades que no agregan valor (perdidas):** Aquellas que toman tiempo, recursos o espacio, pero que no agregan valor al producto (también llamado proceso de flujo).

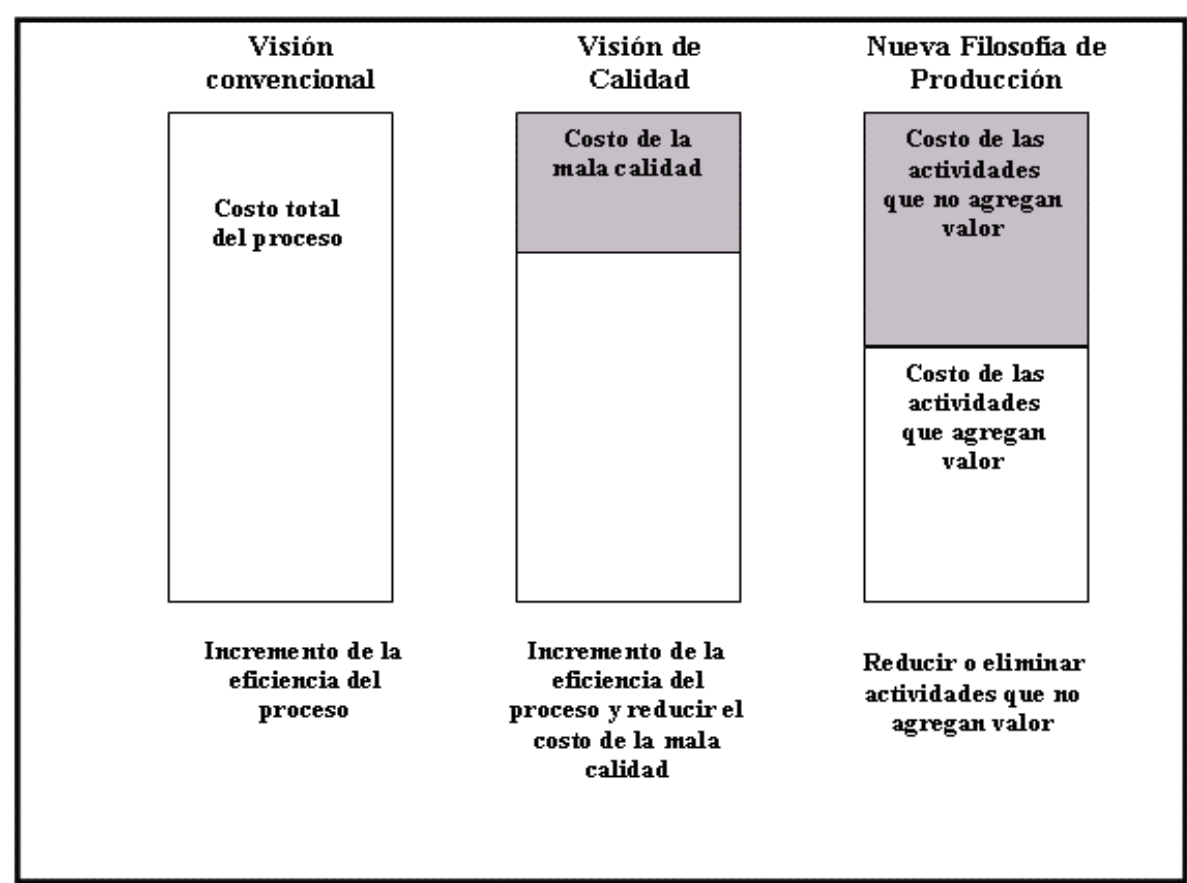


**Figura N 2.3: tipos de actividades.**<sup>6</sup>

La experiencia muestra que las actividades que no agregan valor dominan la mayor parte de los procesos; generalmente solo del 3 al 20 % de las acciones agregan valor. En la construcción es posible identificar un gran número de actividades que no agregan valor: transporte, inspecciones, esperas, información defectuosa, etc. Además de un sin número de actividades que agregan valor aparentemente, pero que al ser analizadas detenidamente podrían ser eliminadas en su totalidad; por ejemplo si en edificación se lograra producir terminaciones y plomos razonables se evitaría la necesidad de picar y estucar los muros. Lo que significaría la reducción de actividades que no agregan valor al producto final,

<sup>6</sup>Información extraída del texto Identificación y Reducción de perdidas en la construcción. L. Alarcón  
Information extraida del texto An Exploration Towards a Production Theory and its Application, L. Koskela

siendo esto un gran potencial de desarrollo en la mayoría de los procesos en la construcción.



**Figura 2.4: Comparación entre las diferentes visiones de producción**

Para comprender un poco más de la nueva filosofía de producción, es importante conocer de que trata cada principio y como en cierta forma debería ser diseñado, controlado y mejorado un proceso de flujo.

**I.- 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

## **II.- 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 esta 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 optimo.

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.

### **III.- 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 esta 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.

### **IV.- 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 deja

parada una actividad que es importante en un proceso, obstruyendo la entrada al equipo que llevara acabo 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.

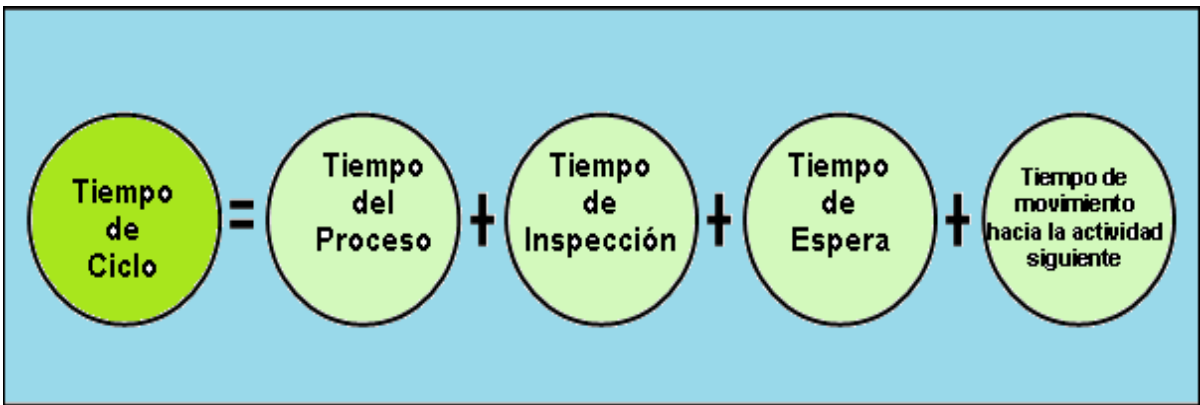
Existen diferentes tipos de variabilidad encerrados en un proceso de producción:

- 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 esta en ejecución.

#### **V.- 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 mas 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 esta fuertemente relacionado con la disminución del tiempo disponible de tal manera de forzar la eliminación de actividades de flujo



**Figura 2.4: Tiempos que componen el ciclo del proceso completo.<sup>7</sup>**

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

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

<sup>7</sup> Información extraída del texto Identificación y Reducción de perdidas en la construcción. L. Alarcón  
Información extraída del texto An Exploration Towards a Production Theory and its Application, L. Koskela

La reducción del tiempo de ciclo trae como consecuencia:

- **Entrega mas 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 mas 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 mas 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.

#### **VI.- 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.

#### **VII.- 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.

#### **VIII.- 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 error y disminuye la motivación para mejorar, así el objetivo es tratar de hacer la producción mas 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 mas 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.



**Figura N 2.4: Se muestra el estado de planificación de la obra.**



**Figura N 2.5: Proceso de construcción visible para todos.**

**IX.- Enfocar el control de los procesos al proceso completo.**

En construcción cada supervisor del proceso entrega su visión de como 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.

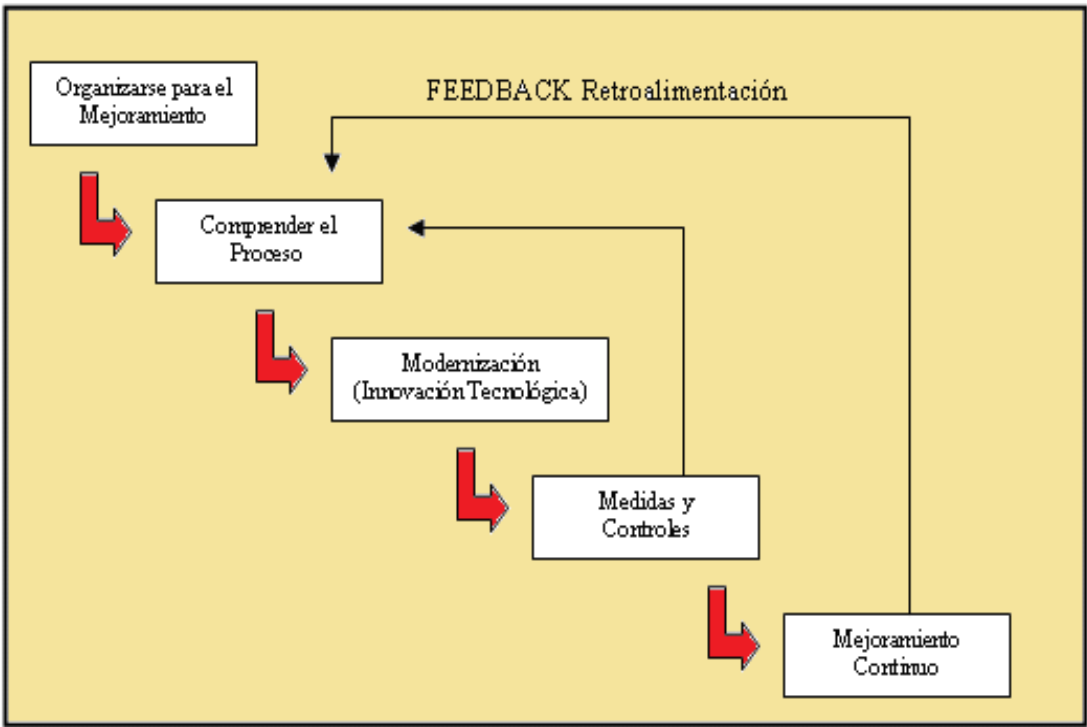
Existen al menos dos exigencias previas para el control orientado sobre el proceso completo; primero debe ser medido y en segundo lugar es importante que exista una autoridad de control para el proceso completo, para enfocar este control es primordial elegir a los proveedores y contratitas capaces de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



**Figura N 2.6: Pizarra muestra desempeño de subcontratos en diferentes áreas tanto administrativas como de construcción, busca comprometer de manera mas directa al subcontrato incentivando la mejora continúa**

**X.- 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 2.7: Esquema simplificado del proceso de mejora continua.**

## **XI.- 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.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Información extraída del texto Identificación y Reducción de pérdidas en la construcción. L. Alarcón  
Información extraída del texto An Exploration Towards a Production Theory and its Application, L. Koskela

## **CAPITULO III**

### **INTRODUCCION AL SISTEMA LAST PLANNER O ULTIMO PLANIFICADOR**

#### **3.1.- CONCEPTO DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR**

Planificar consiste en especificar lo que será realizado y de que 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 especifica 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 muchos 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 que.

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.<sup>9</sup>

---

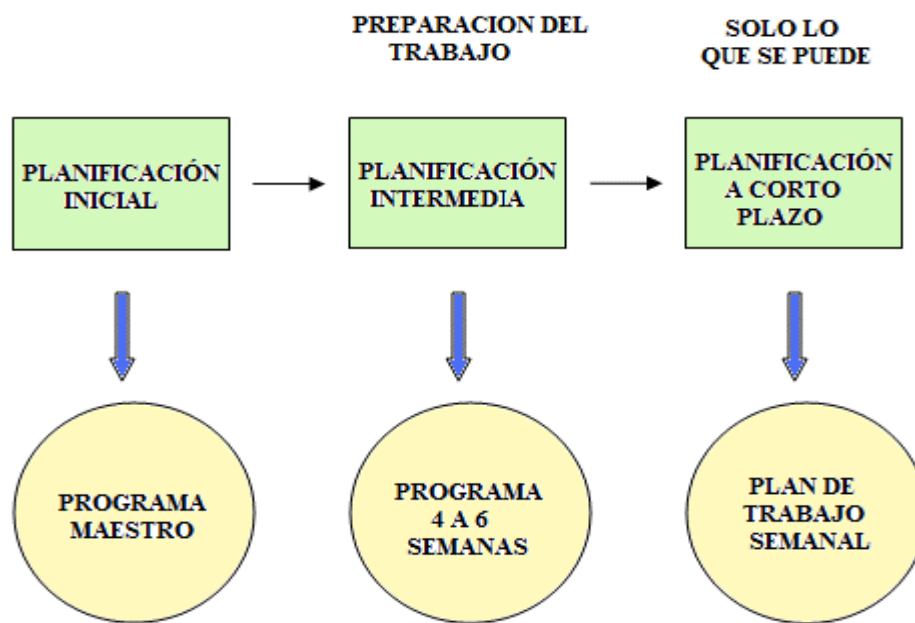
<sup>9</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón.

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 que 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 intenciones sino un trabajo activo de diseñar la forma en que el trabajo será realizado”*. Alarcón (2003).



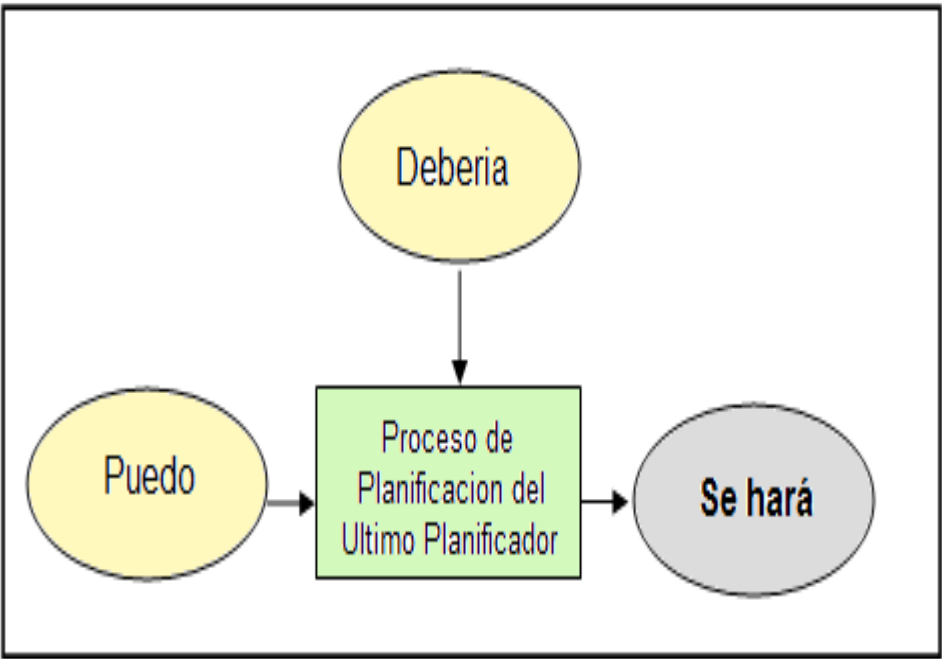


**Figura n 3.1: Metodología Sistema Last Planner**

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 último 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 3.2: El funcionamiento básico del último planificador.**<sup>10</sup>

**3.1.1. 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 autentico desempeño que posee la

<sup>10</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón.

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.

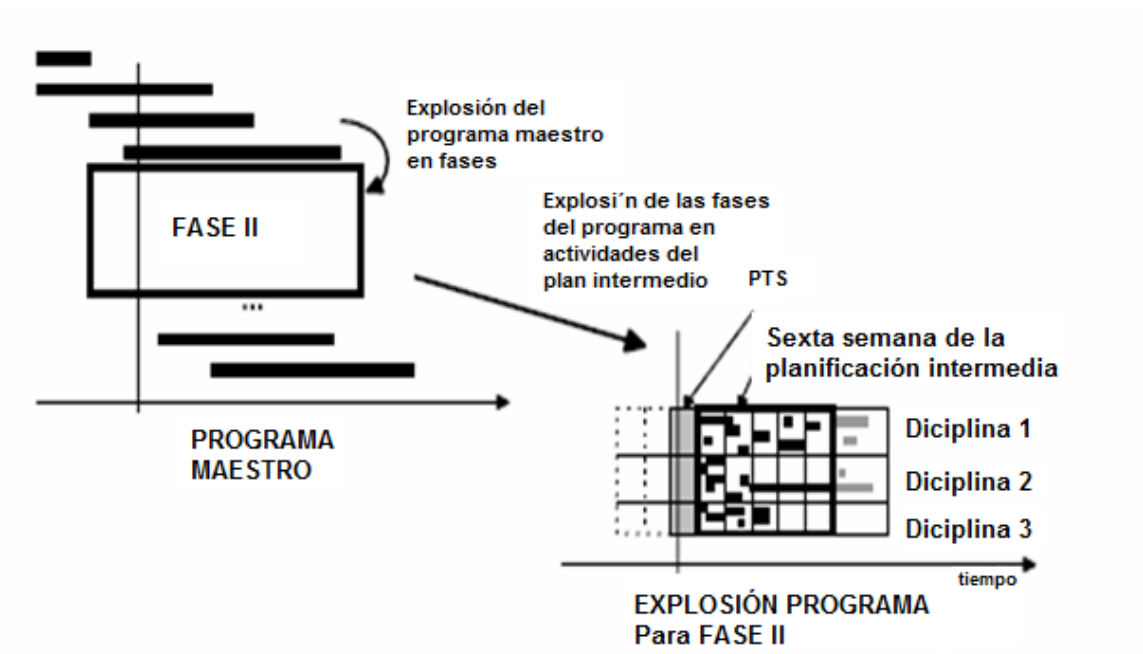


Figura N 3.3: Programación de fase<sup>11</sup>

3.1.2. PLANIFICACION 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

<sup>11</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón.

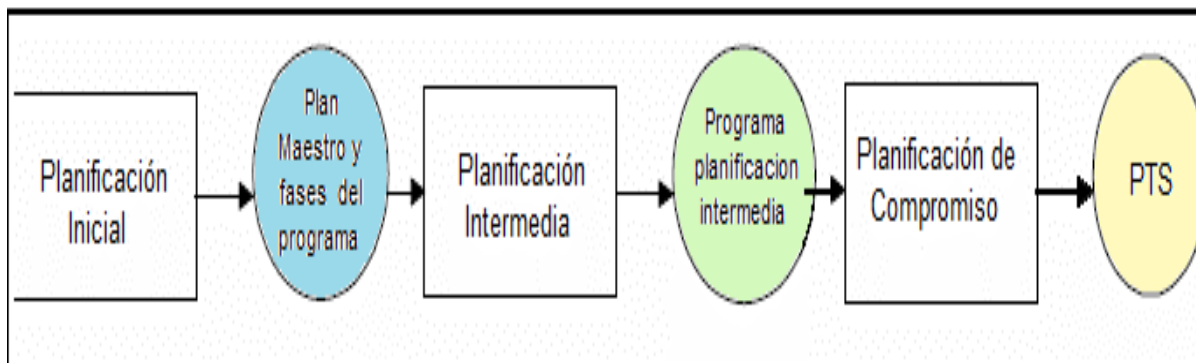
(planos), proveedores (materiales y equipos), recurso humano, información y requisitos previos que son necesarios para que la producción pueda llevarse a cabo.

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<sup>12</sup>

---

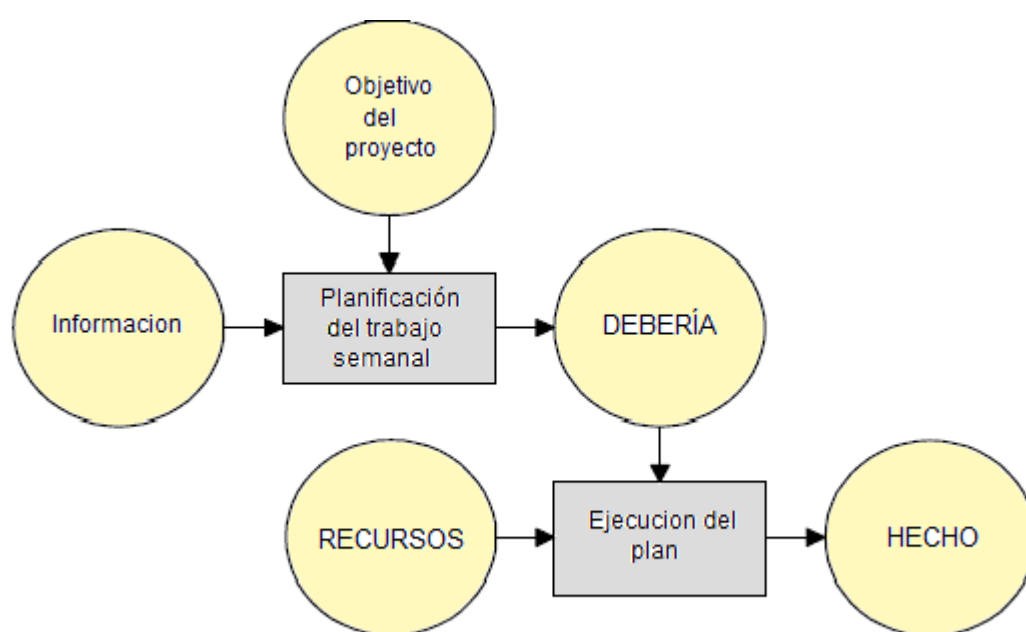
<sup>12</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Último Planificador. L. Alarcón.



**Figura N 3.4: Flujo de Producción.**

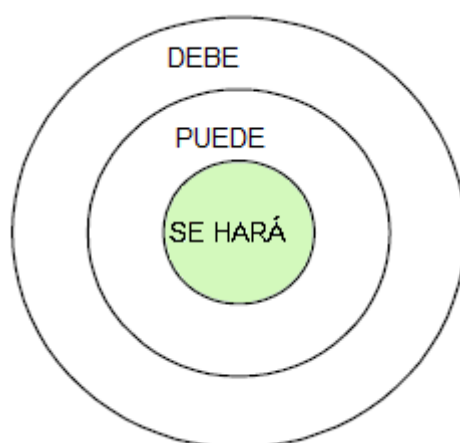
### **PLANIFICACION SEMANAL.**

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.



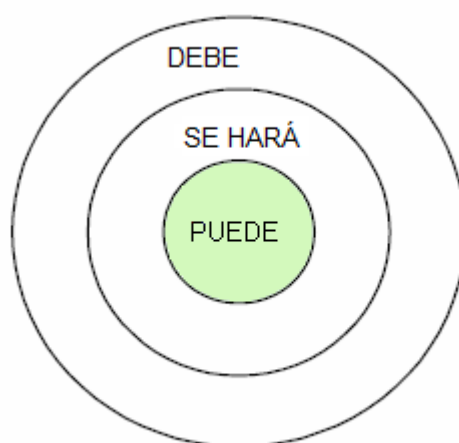
**Figura N 3.5: Esquema tradicional de planificación.**

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 3.6: Representación del programa semanal dentro de la planificación.**

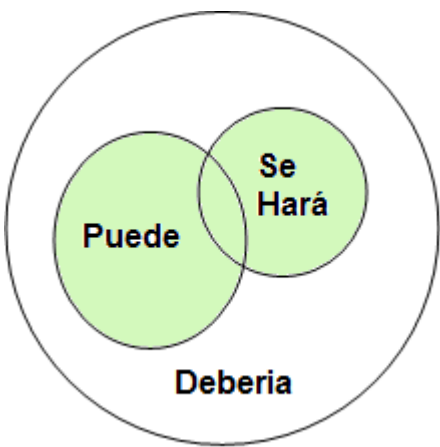
En forma similar otro caso ocurre si lo que se PUEDE hacer es un subconjunto de lo que SERÁ hecho, entonces esta vez no todos los trabajos que se han comprometido durante la planificación PUEDEN ser cumplidos con éxito, por lo que el plan estará condenado a fracasar; *“Lo hecho difiere de lo que debe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



**Figura N 3.7: 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 3.8: 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.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón.

#### **CAPITULO IV: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA LAST PLANNER.**

Antes de comenzar la ejecución, la unidad de producción debe tener su planificación. Adelantar la programación permite generar el tiempo para diseñar las operaciones y estudiar los métodos de trabajo que serán utilizados. También da la oportunidad de abordar problemas identificados durante la planificación que podrían ser resueltos antes de ejecutar la tarea. La unidad de producción debe, por lo tanto, llevar a cabo este último paso en un tiempo razonable antes de realizar el trabajo. Esto les permitirá identificar que parte de la labor que DEBE ser realizada PUEDE ser hecha, y así comprometerse a efectuar solo este tipo de actividades.

El Sistema Ultimo Planificador proporciona herramientas para incrementar la probabilidad de cumplir la planificación por medio de tres mecanismos básicos. En primer lugar, permite identificar en forma temprana el trabajo que se PUEDE hacer para así alinear mejor las actividades planificadas con las que efectivamente tienen una alta probabilidad de ser cumplidas. En segundo lugar, proporciona herramientas para preparar trabajos para que puedan ser planificados, es decir contribuye a agrandar el conjunto de lo que PUEDE hacerse, logrando que todas las actividades del plan de trabajo semanal se seleccionen de entre actividades que efectivamente pueden hacerse. En tercer lugar, el Sistema Ultimo Planificador proporciona los espacios y herramientas para desarrollar y mantener compromisos confiables de planificación.



Figura 4.1: implementación the Last Planner System.

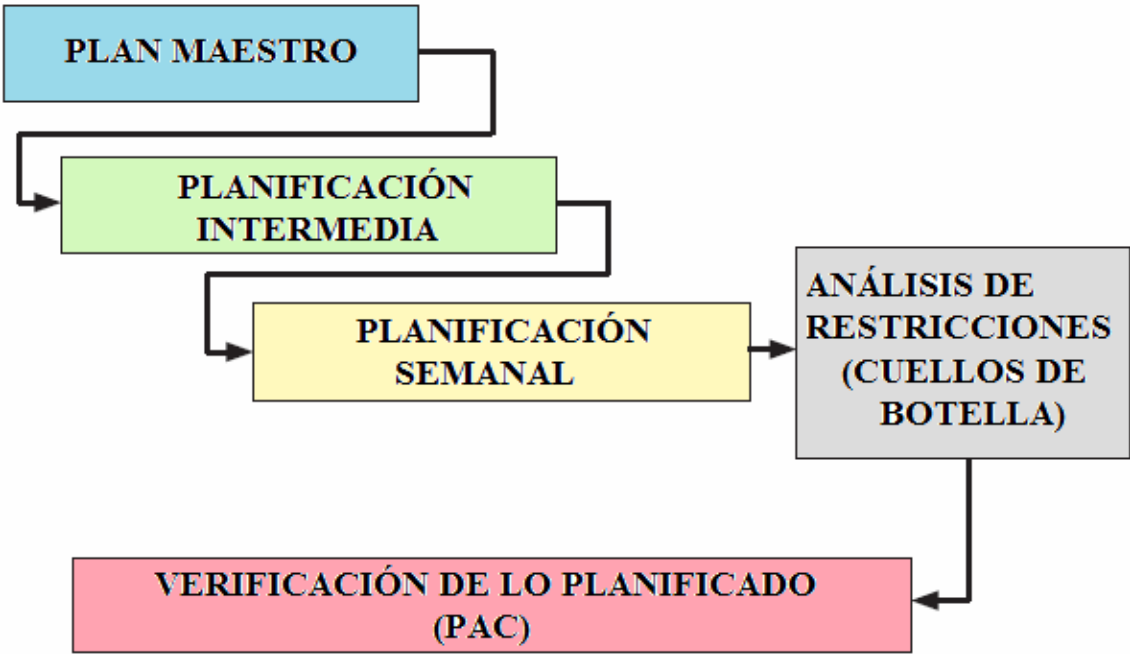


Figura N 4.2: Proceso de planificación Last Planner.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Información Extraída del texto Mejorando la Productividad de los Proyectos con Planificaciones más Confiables. Centro de excelencia en gestión de Producción.

#### **4.1 IMPLEMENTACION DE LA PLANIFICACION INTERMEDIA.**

La planificación intermedia, es la encargada de asegurar que todos los requerimientos se cumplan para lograr llevar a cabo la producción.

En el Sistema Last Planner este proceso tiene múltiples funciones que se indican a continuación.

- Crear una secuencia y determinar la velocidad al flujo de trabajo; por ejemplo, asignando tiempos y sucesiones, adaptándose a la disponibilidad existente de los recursos.
- Balancear flujo de trabajo y capacidad.
- Descomponer el plan maestro de actividades en partes de trabajo y operaciones.
- Desarrollar métodos de ejecución de los trabajos, detallados, que cumplan con los requerimientos de calidad, seguridad y medioambientales.
- Mantener un inventario de trabajo ejecutable (ITE) listo para ser realizado, para asegurar una labor continua aun cuando las velocidades de producción varíen de lo planificado.
- Revisar y actualizar los altos niveles de programación, como sea necesario.

Todas estas funciones deben ser cumplidas en los siguientes procesos:

- Definición de actividades.
- Análisis de restricciones.
- Tiro de trabajo desde las actividades y unidades de producción subsiguientes.
- Balanceo de carga y capacidad.

El plan intermedio es una programación de asignaciones viables para las 3 a 12 semanas siguientes dependiendo de las características del proyecto según lo antes mencionado. Esta planificación no es simple de determinar directamente del plan maestro, por lo que es muy ventajoso contar con un equipo que se dedique a proyectar el programa maestro para la próxima fase del proyecto (programación de fase), lo que permite coordinar acciones mas allá de la ventana de tiempo de la planificación intermedia.

El plan maestro es fraccionado en niveles de detalles apropiados para la determinación del plan de trabajo semanal, antes de entrar en el intervalo de tiempo de la planificación intermedia, en la cual se rinden variadas asignaciones para cada actividad. Cada asignación requiere de un análisis de restricciones para definir lo que debe ser hecho de manera que la actividad quede lista para ser ejecutada. La exigencia general es permitir dentro del intervalo del plan intermedio, solo aquellas acciones que pueden realizarse, para completar el programa.

Las potenciales asignaciones entran a la ventana de la planificación intermedia en la semana 6 del programa maestro, luego se mueven hacia adelante, semana a semana, hasta que les este permitido ingresar al inventario de trabajo ejecutable (ITE), mostrando que han sido eliminadas todas las restricciones y que se encuentran en una secuencia adecuada de ejecución. Si se descubre alguna restricción en una de estas actividades, no se le podrá dejar avanzar. La finalidad es lograr mantener un inventario que sea realizable. Los planes de trabajo semanal son originados desde el inventario de trabajo ejecutable, mejorando así la productividad de quienes reciben las asignaciones lo que permite aumentar la confianza en el flujo de trabajo para la siguiente unidad de producción.

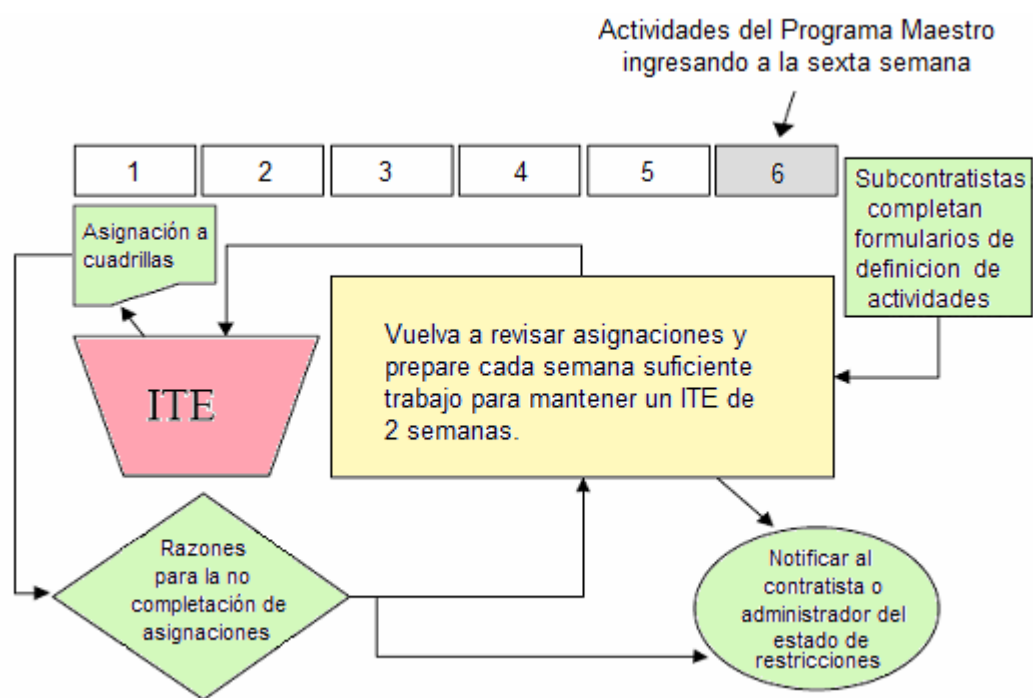


Figura N 4.3: Esquema del proceso de planificación Intermedia.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón

#### **4.1.1. DEFINICION DE LAS ACTIVIDADES DE LA PLANIFICACION INTERMEDIA.**

La planificación intermedia es un intervalo de tiempo en el futuro, que permite establecer una primera selección de las actividades que serán programadas. Para preparar el plan intermedio se necesita estudiar las acciones que se encuentran en un intervalo de tiempo definido en el plan maestro, siempre y cuando el nivel de detalle de la programación inicial sea bajo. Lo anterior es de gran importancia ya que obtendremos en la planificación intermedia un nivel de precisión que nos permitirá ver de forma mas clara las restricciones que nos impiden realizar una determinada acción.

Con este método tendremos un grupo de actividades para un espacio de tiempo determinado, y cada acción trae consigo un conjunto de restricciones, aclarando que una restricción, es un impedimento, que provoca una ejecución fallida o incompleta de cierta actividad. La pronta liberación de esta determina si la tarea puede o no realizarse.

Una vez definidas las actividades que entrarán en la planificación intermedia, se procede a analizar lo siguiente:

- Revisión de secuencia de las actividades.
- Balanceo de carga v/s capacidad.
- Desarrollo detallado de los métodos de ejecución



La revisión de la secuencia, balanceo v/s capacidad y el desarrollo detallado de métodos de ejecución para cada una de las actividades, proporcionan la gran oportunidad de generar un plan de trabajo detallado, donde se concretarán todos aquellos pormenores que no se perciben en el plan maestro, esto lleva a conocer de forma transparente el tipo de restricciones que posee una labor, además proporciona un flujo dinámico y confiable de las actividades de la planificación intermedia hacia la planificación semanal.

Cuando las actividades entran al programa de planificación intermedia. El último planificador es quien debe determinar si las entradas requeridas para la ejecución exitosa del proceso estarán disponibles en el momento fijado. Los recursos pueden permanecer adquiridos como parte de la etapa de preparación, aquí surgen las siguientes preguntas ¿Qué cantidad de recursos deben estar disponibles en cierto momento? O ¿hasta que punto los recursos deben nivelarse en su uso?

La cantidad de salidas esperadas para una unidad de producción en un tiempo determinado se denomina *carga*. Una asignación de calidad se preocupa que las tareas asignadas concuerden con los desempeños de los factores productivos, o sea que el trabajo programado no supere la calidad de la mano de obra y a los recursos materiales disponibles, para no sobrepasar la capacidad, refiriéndose a la cantidad de trabajo que una unidad de producción puede lograr en un tiempo dado.

Equilibrar significa balancear la carga con la capacidad de la unidad de producción. Idealmente carga y capacidad son perfectamente balanceadas. Las unidades de producción tienen continuamente trabajo para hacer y la preparación nunca se atrasa por limitaciones en la capacidad de las cuadrillas. En la práctica, el equilibrio es muy difícil por que la variabilidad de las cargas y capacidades

dependen de la naturaleza del trabajo. Esta variabilidad es mas grande en la planificación intermedia que en el plan de trabajo semanal, pues en la primera existe una mayor incertidumbre con respecto a la asignación real de los recursos.

Para Alarcón (2003) a nivel de la planificación de compromisos," la fiabilidad en la ejecución del plan de trabajo semanal es lograda descargando las unidades de producción. Las asignaciones son hechas para que las unidades de producción absorban menos del 100% de su capacidad. Esto también genera el tiempo necesario para que los trabajadores puedan entrenar o aprender, implementar mejoras en los procesos y mantener los equipos".

Paralelo al programa intermedio, la persona encargada de planificar puede retrasar o adelantar actividades mientras se esfuerza por balancear el flujo de trabajo, lo que es conocido como proceso de flujo continuo (PFC). Un proceso con flujo continuo, es un tipo de línea de producción, en el cual el trabajo avanza desde una unidad de producción a la próxima. La intención es acercarse a un balance en las tasas de procesamiento de las diferentes unidades de producción pertenecientes al proceso de flujo continuo, para aproximarse a un trabajo ininterrumpido. El objetivo de generar un flujo de este tipo, es el minimizar los tiempos de ocio de las unidades de producción. Las actividades que se desempeñan en secuencia son identificadas como procesos.

Sin embargo, algunas de las actividades de la planificación intermedia pueden fracasar a causa de que las restricciones no pudieron ser liberadas a tiempo. La verdadera capacidad de la unidad de producción que realizara el trabajo, puede Permanecer desconocida hasta este momento, lo que puede afectar al diseño de los métodos de trabajo.

Finalmente una unidad de producción siempre deseará tener un ITE, inventario de trabajo ejecutable, a la hora de realizar su plan de trabajo semanal. Este inventario de trabajos ejecutables contiene actividades no prioritarias, que no obstante han sido preparadas para su ejecución.

Alarcón (2003) afirma “las actividades del inventario de trabajos ejecutables, no son asignadas a las unidades de producción pero, están disponibles para ser asignadas cuando falla la ejecución de una actividad del plan semanal o cuando alguna actividad de este, es completada antes de lo esperado”

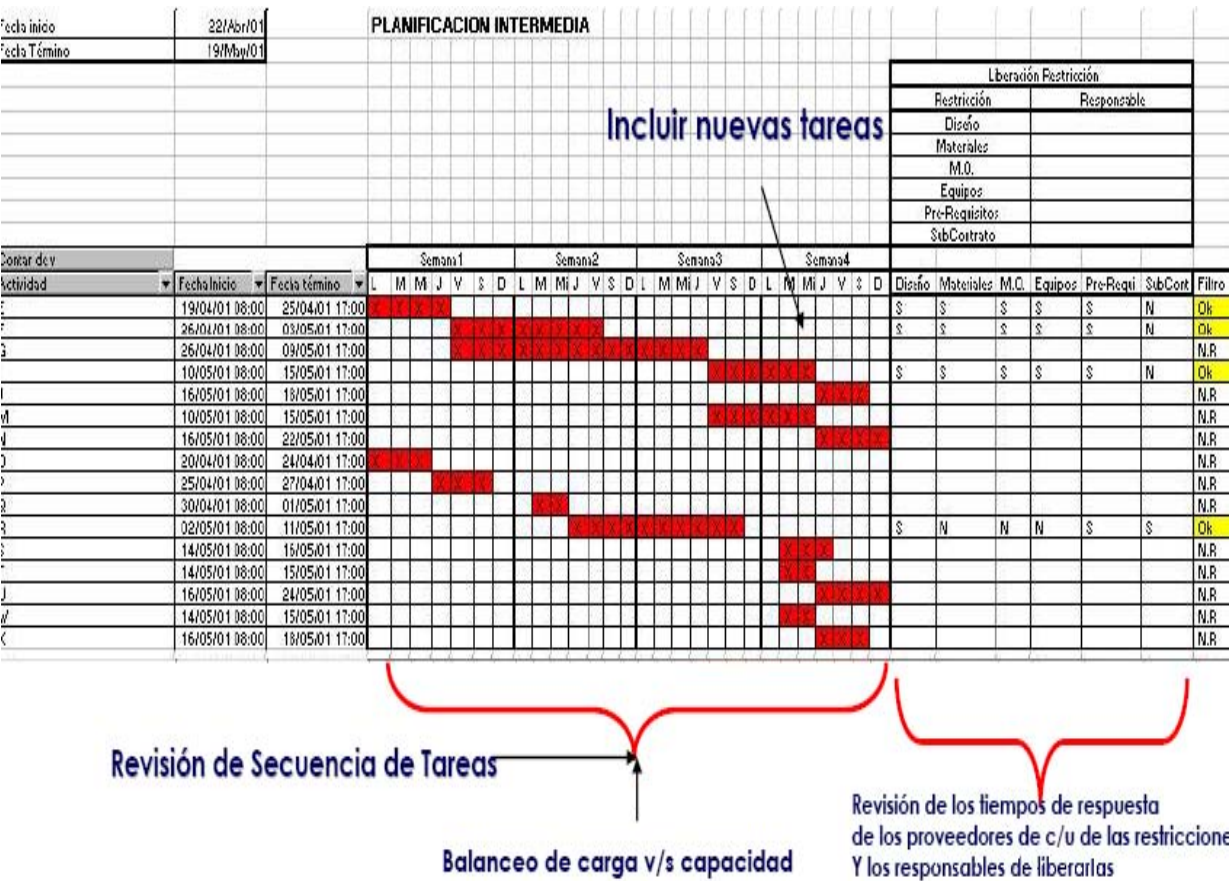


Figura N 4.3: esquema de planificación intermedia.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón

#### 4.1.2. ANALISIS DE RESTRICCIONES.

En la planificación intermedia se obtiene un conjunto de actividades para un intervalo de tiempo determinado. Cada actividad trae asociada un grupo de restricciones, que determinan si la acción puede o no realizarse. Una restricción, es algo que limita la manera en que una tarea es ejecutada. La restricción implica requisitos previos o recursos y las más comunes en el ámbito de la construcción son las siguientes:

*Diseño* : restricción relacionada con la obtención de los planos necesarios para ejecutar la tarea.

*Materiales* : restricción relacionada con el tiempo de respuesta que posee el proveedor para entregar los materiales a tiempo.

*Manos de obra* : restricción relacionada con la cantidad de recurso humano o cuadrillas necesarias para realizar la tarea.

*Equipos* : restricción relacionada con los equipos que son necesarios para la realización de la labor.

*Pre- Requisitos* : restricciones relacionadas con las actividades que preceden a la tarea asignada y deben cumplirse para que esta se desarrolle.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Último Planificador. L. Alarcón

Al momento en que ya han sido identificadas las actividades y sus limitaciones en la planificación intermedia, se procede a realizar el análisis de las restricciones, cuya función principal es reconocer por que una actividad no puede ser ejecutada, e identificar cuales y de que tipo son las restricciones que impiden realizar la acción, contando con una estrategia que nos permita liberar la tarea de sus impedimentos para ser ejecutada según lo planeado. También durante el proceso de planificación intermedia se designa quienes serán los responsables por remover las restricciones identificadas.

El análisis de restricciones es representado esquemáticamente como una tabla con filas que listan las potenciales asignaciones y columnas que contienen las respectivas limitaciones de ejecución , cada categoría de restricción proporciona una indicación de quien puede involucrarse en la remoción de estas, todo lo anterior ayuda a una identificación y rastreo sistemático del estado de las restricciones en las asignaciones.

Hay que dejar claro que el análisis de restricciones no solo involucra poner un “si” o un “no” ya que detrás de eso existen dos procesos claves para poder liberar las restricciones estos son:

- Revisión de las restricciones.
- Preparación para la liberación de las restricciones.

|              | Recursos |            |       |         |            |
|--------------|----------|------------|-------|---------|------------|
|              | Diseño   | Materiales | M. O. | Equipos | Pre-Requi. |
| Actividad #1 | ✓        | ✓          | ✗     | ✓       | ✓          |
| Actividad #2 | ✓        | ✓          | ✓     | ✓       | ✓          |
| Actividad #3 | ✗        | ✗          | ✗     | ✓       | ✓          |
| Actividad #4 | ✓        | ✓          | ✓     | ✓       | ✓          |

Debe

Puede

Figura N 4.3: Análisis de restricciones.

Revisión: radica en determinar el estado de las tareas de 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, este proceso es la primera oportunidad que se presenta para comenzar a formar un flujo de trabajo ya que se tiene el conocimiento de que hay actividades que llegado el momento de ejecutarlas, no podrían realizarse, por tener restricciones que lo impiden.

Para Alarcón (2003) “la revisión se hace primero cuando las actividades son consideradas para entrar a la planificación intermedia. Tomando en cuenta los distintos tiempos de respuesta de los proveedores de cada una de las restricciones que son necesarias para visualizar una futura liberación.” <sup>18</sup>

<sup>18</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón

Cuando el programador actualiza la planificación intermedia se vuelve a repetir este proceso y se adelanta para las próximas semanas. Posteriormente vienen las revisiones de las restricciones de las actividades que se encuentren dentro de intervalo del plan intermedio, la cual tiene como objetivo determinar el estado en que se encuentran estas.

La probabilidad de que el planificador pueda remover las restricciones de las actividades de la planificación intermedia, antes de que estas comiencen según el programa, es en función del tiempo de respuesta necesario para las entregas de los proveedores y también de las acciones tomadas por el planificador para realizar el proceso de preparación de liberación de las restricciones.



**Figura N 4.4: Esquema del concepto de revisión.**<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Información Extraída del texto Mejorando la Productividad de los Proyectos con Planificaciones más Confiables. Centro de excelencia en gestión de Producción.

Preparación de liberación de restricciones: Este término se refiere a tomar las acciones necesarias para remover las restricciones o limitaciones de las actividades, para que así, estén preparadas a empezar en la fecha programada. El planificador puede remover los impedimentos de ejecución de una actividad y dejarla lista para ser asignada. Esta acción se conoce como preparación (make ready)

La preparación es un proceso que consta de tres pasos:

El liberar restricciones esta íntimamente ligado con el “*tiempo de respuesta*” que tengan nuestros proveedores, por esto es importante determinar quien es el proveedor de la entrada y cual es el tiempo de respuesta mas probable, el cual debe ser mas corto que la ventana de planificación intermedia o la actividad no podrá ser admitida en este programa. Sin embargo, siempre pueden ocurrir situaciones imprevistas por lo que el contacto con los proveedores es fundamental en este proceso, la confirmación de los tiempos de respuesta es parte de la etapa de revisión y debe ser repetido durante la actualización semanal del programa de planificación intermedia.

Luego, el segundo proceso es donde se debe “tirar” el material hacia la obra, es decir, pedirle certeza al proveedor sobre las entradas necesarias para completar con prontitud el proceso en el cual entra.

Finalmente, hay que “apresurar” aunque este paso no es siempre necesario, si el periodo de respuesta anticipado es demasiado largo puede ser preciso asignar recursos adicionales para acortarlos, por ejemplo un envío de materiales por aire en



lugar de utilizar camiones o en lugar de trabajo en horas extraordinarias, subcontratar parte de los trabajos de una obra.

La idea fundamental es liberar a la actividad de sus restricciones que impiden que esta se desarrolle. Una vez hecho esto, se esta en condiciones de crear un listado de actividades que tienen una alta probabilidad de ser cumplidas y que se denominan Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE).

#### **4.1.3. CREACION DEL INVENTARIO DE TRABAJO EJECUTABLE. (ITE)**

Cuando liberamos las restricciones de alguna actividad, esta pasa inmediatamente a una nomina de acciones que podemos ejecutar. Esta lista es la que llamamos inventario de trabajo ejecutable. En esta etapa estamos pasando desde las actividades que deben hacerse, hacia las actividades que pueden ser hechas.

En el ITE no solo pueden haber tareas de las semanas futuras, sino que también pueden haber tareas que debían o podían haberse ejecutado en la semana en curso; pero no lo hicieron al no ser consideradas en las asignaciones semanales. Esto es muy común, ya que la idea es mantener un itinerario de trabajo que asegure una tarea 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 poseer potenciales trabajos para ejecutar en el caso de que falle la realización de alguna actividad programada en el plan semanal, sin embargo no se debe ser siempre tan negativo y se puede suponer el caso de que la actividad sea terminada antes del tiempo planeado esto también puede ser un foco de ocio para

la unidad de producción si es que no hubiera trabajo listo para ejecutar, entonces teniendo un inventario de tareas potencialmente realizables, es posible poder elegir que hacer desde un universo de lo que puedo realizar.

Cabe destacar que dentro del ITE pueden existir distintos tipos de actividades:

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al remanente del ITE de la semana en curso.
- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura que desea planificar.
- Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras.

Alarcón (2003) señala que “el inventario de trabajo ejecutable proveerá otros trabajos, con lo que las unidades de producción no estarán ociosas, o evitara que se realicen actividades al azar que se salgan de la secuencia de trabajo y que mas tarde generen trabajos más costosos o de mayor dificultad.”<sup>20</sup>

Una vez que se a creado el ITE, se esta en condiciones de hacer un plan de trabajo semanal, que no es mas que seleccionar un conjunto de actividades del itinerario de trabajo ejecutable que se realizaran en la semana siguiente.

---

<sup>20</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón

#### **4.2. IMPLEMENTACION DE LA PLANIFICACION SEMANAL.**

El objetivo de este último nivel de planificación es controlar la unidad de producción lo cual tiene como finalidad, 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 actividades hechas por el último planificador. Las principales características que hacen que la asignación sea de calidad son:

- Actividades bien definidas, para que pueda ser ejecutado sin ambigüedades, para lo cual las asignaciones deben ser lo suficientemente específicas en su descripción.
- 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.
- 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.

El plan de trabajo semanal del último planificador es el compromiso de planificación. Se promete solo el trabajo que puede ser cumplido. El último planificador coloca una protección en torno a las unidades productivas protegiéndolas de la incertidumbre y la variabilidad. Esto aumenta la fiabilidad del

plan incrementando el rendimiento, no solo de la cuadrilla que ejecuta el plan semanal, sino también de las que ejecutaran trabajos posteriores.

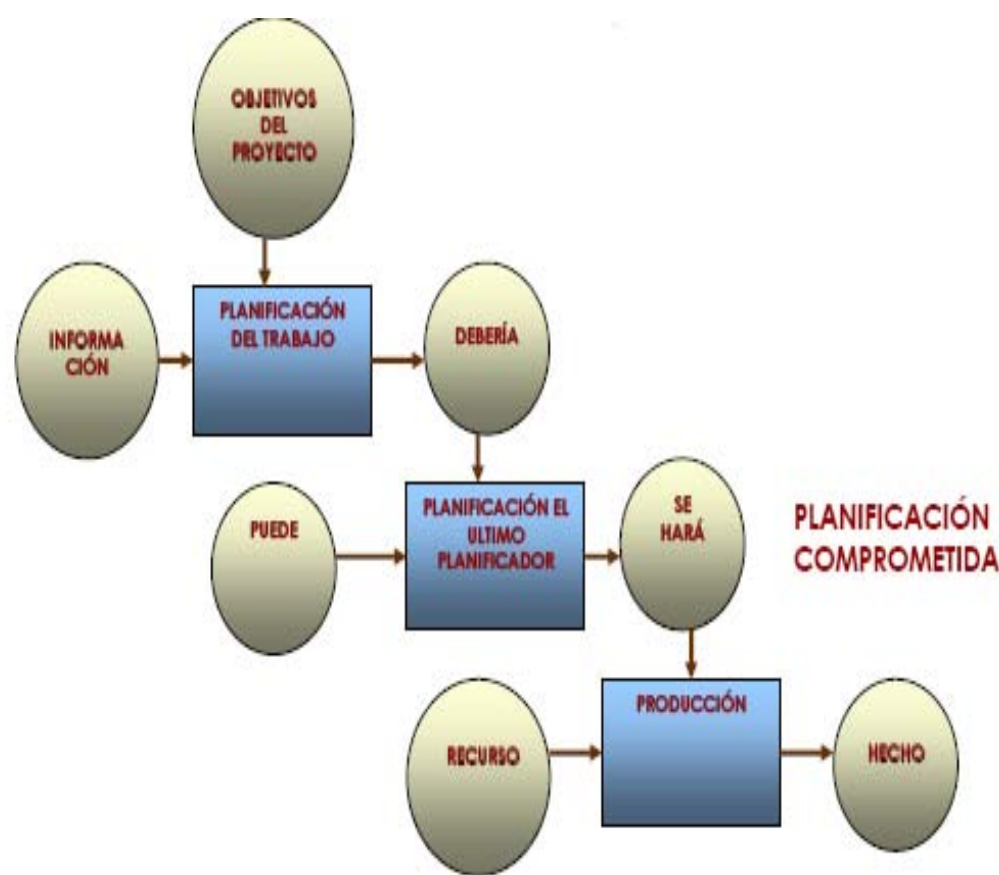
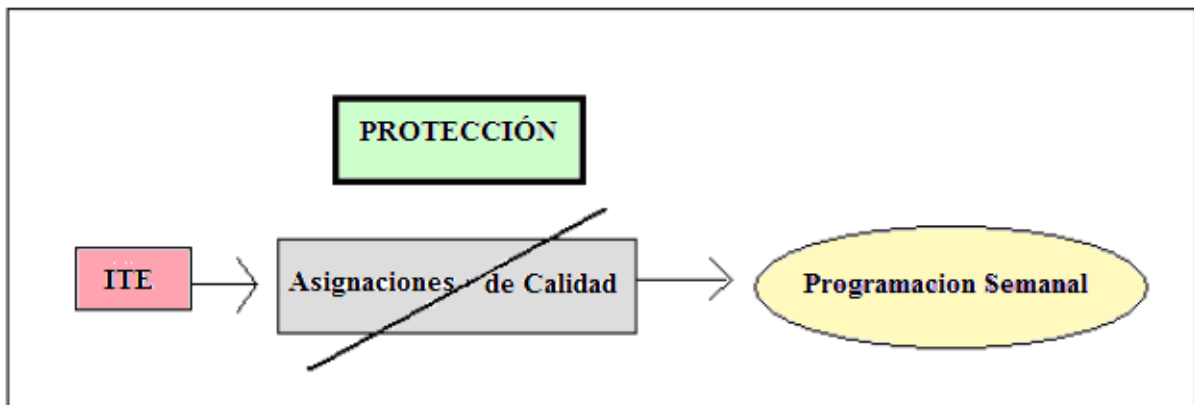


Figura N 4.5: Último Planificador.<sup>21</sup>

La producción con protección es una estrategia alternativa en condiciones de flujo de trabajo incierto. Esta protección esta acompañada a la realización de asignaciones de calidad, lo que incrementa la fiabilidad de los compromisos de la planificación semanal del último planificador. Implementar el proceso del ultimo planificador resulta un flujo mas confiable y un alto desempeño del sistema de producción.

<sup>21</sup> Información Extraída del texto Mejorando la Productividad de los Proyectos con Planificaciones más Confiables. Centro de excelencia en gestión de Producción.



**Figura N 4.6: Concepto de protección.**

Los planes de trabajo semanal son efectivos cuando las asignaciones cumplen con cinco criterios de calidad:

*Definición:* ¿Las asignaciones son suficientemente específicas para que pueda reunirse el tipo y la cantidad correcta de información o materiales según corresponda? ¿El trabajo puede coordinarse con otras disciplinas u ocupaciones? ¿Es posible decir al final de la semana si la tarea ha sido completada? Ejemplo: es necesario que la planificación semanal sea precisa, es decir, si se instalan palmetas de cerámica en una vivienda, se debe mencionar específicamente en que lugares Irán instaladas, de esta manera se facilita la revisión y se tiene certeza de donde inspeccionar.

*Consistencia o legitimidad:* ¿Son todas las asignaciones ejecutables? ¿Usted entiende lo que se requiere? ¿Tiene usted lo que necesita de otros? ¿Están los trabajos pre- requeridos terminados? Debe tenerse en cuenta además, que algún trabajo que debió estar listo la semana anterior, será concluido durante la actual semana, por lo que es necesario coordinarse con otras ocupaciones que trabajaran

en la misma área. No obstante, debe realizarse el esfuerzo por obtener el trabajo terminado en el periodo que se planifico.

*Secuencia:* ¿La selección de asignaciones se hace a partir de aquellas consideradas legítimas en orden de prioridad y según el orden de su ejecución? ¿Es el resultado de estas acciones esperada por alguien más? ¿Existen asignaciones adicionales consideradas de baja prioridad identificadas en el ITE, es decir, existen tareas de calidad disponible en caso de fallar la productividad o de exceder las expectativas?

*Tamaño:* ¿Los tamaños de las asignaciones se determinan según la capacidad individual o grupal de la unidad de producción antes de comenzar el periodo de ejecución?

*Retroalimentación o aprendizaje:* para las asignaciones que no son completadas en la semana ¿Existe una identificación de las causas por las cuales no se completaron y de las acciones tomadas al respecto?<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón

| REGISTRO DE PLANIFICACIÓN SEMANAL |        |             |              |           |                     |    |    |    |    |    | Emisión         |                           | Revisión         |                    |                     |                            |                 |                      |                    |                   |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------|--------|-------------|--------------|-----------|---------------------|----|----|----|----|----|-----------------|---------------------------|------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|-----------------|----------------------|--------------------|-------------------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                   |        |             |              |           |                     |    |    |    |    |    | Fecha: 21/03/03 |                           | Fecha: 27/03/03  |                    |                     |                            |                 |                      |                    |                   |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ACTIVIDAD                         | semana | Responsable | Meta         |           | Carta Gantt Semanal |    |    |    |    |    |                 | Causas de no Cumplimiento |                  |                    |                     |                            |                 |                      |                    |                   |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                   | 15     |             | COMPROMETIDO | ALCANZADA |                     |    |    |    |    |    |                 | Falta de presupuesto      | Falta materiales | Falta mano de obra | Cambios de proyecto | Falta equipos-herramientas | Mal rendimiento | Falta de subcontrato | Falta de proveedor | Problemas de pago | Otros |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                   |        |             |              |           | 21                  | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27              |                           |                  |                    |                     |                            |                 |                      |                    |                   |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                   |        |             |              |           | V                   | S  | D  | L  | M  | M  | J               |                           |                  |                    |                     |                            |                 |                      |                    |                   |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CENTRO DE PRODUCCION              |        |             |              |           |                     |    |    |    |    |    |                 |                           |                  |                    |                     |                            |                 |                      |                    |                   |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Figura N 4.7: Registro de planificación semanal.

4.2.1. MEDICION DEL DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACION.

El sistema del último planificador necesita medir el desempeño de cada plan de trabajo semanal para estimar su calidad. Los indicadores son una buena forma de ver que tanto ha influido la implementación del sistema en la obra, esta medición, que es el primer paso para aprender de las fallas e implementar mejoras, se realiza a través del Porcentaje de Asignaciones Completadas (PAC), que es el número de realizaciones divididas por el número de asignaciones para una semana dada. El PAC evalúa entonces hasta que punto el sistema del último planificador fue capaz de anticiparse al trabajo que se hará en la semana siguiente. Es decir, compara lo

que será hecho según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación.

En la practica para muchos resulta sorpresivo descubrir que numerosas veces solo una fracción menor de lo planificado se cumple. En el estudio de algunos proyectos el cumplimiento promedio ha sido ligeramente superior al 50% de lo programado y en ocasiones en ciertos periodos no ha sobrepasado el 30% el problema de la planificación tradicional es que, a pesar de que se sabe que muchas actividades no se cumplen, se proyecta como si todas las tareas se fueran a desarrollar, por lo que la productividad colapsa en cadena cuando alguna actividad clave no se logra.<sup>23</sup>

La experiencia recogida hasta la fecha ha demostrado, que si, sistemáticamente se aumenta el nivel de cumplimiento de la planificación, es posible lograr un significativo aumento en la productividad y desempeño general del proyecto. La explicación de estos mejoramientos, es que por medio de un mejor cumplimiento de la planificación, se logra estabilizar el ambiente de trabajo del proyecto, lo que genera un ciclo virtuoso que permite que la producción se realice en forma continua, sin interrupciones y en forma eficiente.

Los mejoramientos se logran por variados mecanismos incluidos en la implementación, el primero de ellos es fundamental y consiste en lograr el compromiso de los diversos actores que reciben las asignaciones de planificación (últimos planificadores), el lograr tal nivel de compromiso en la programación es fundamental y permite fácilmente responsabilizarse de a lo menos un 50 % del

---

<sup>23</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón



mejoramiento potencial que pueda alcanzarse en efectividad de la planificación, es decir, en el logro de los objetivos.<sup>24</sup>

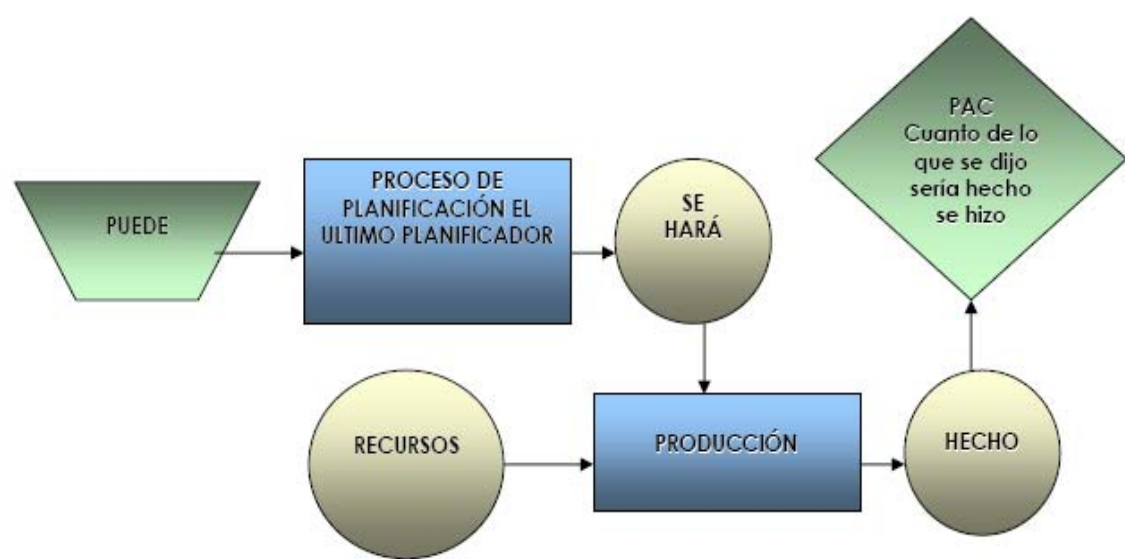


Figura N 4.8: Medición del desempeño del proceso de planificación por medio del porcentaje de asignaciones completadas

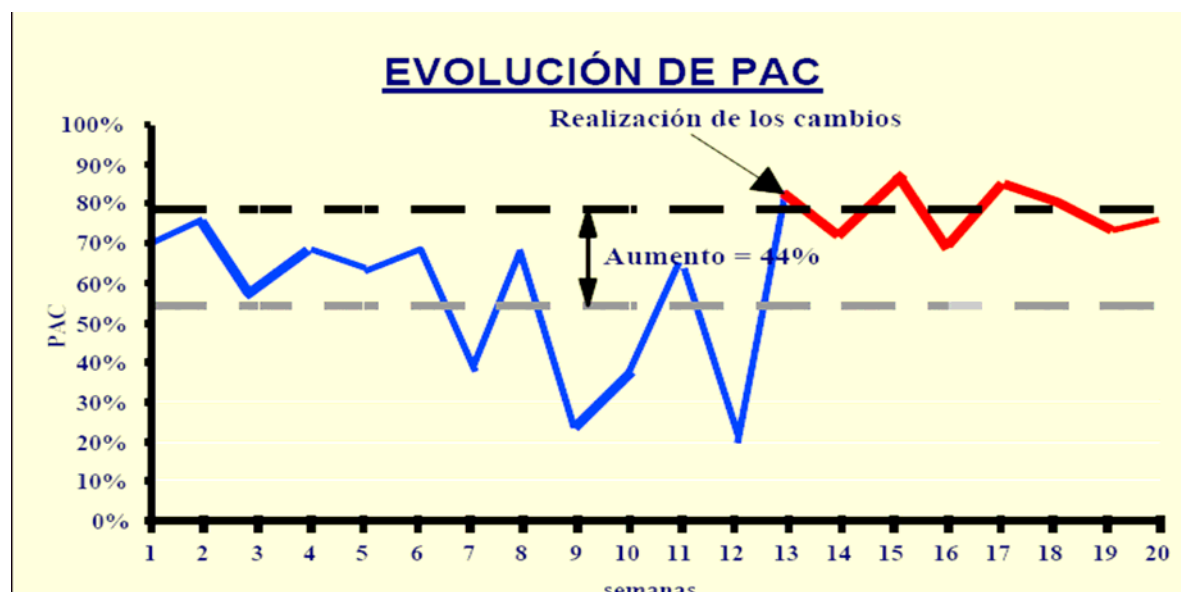
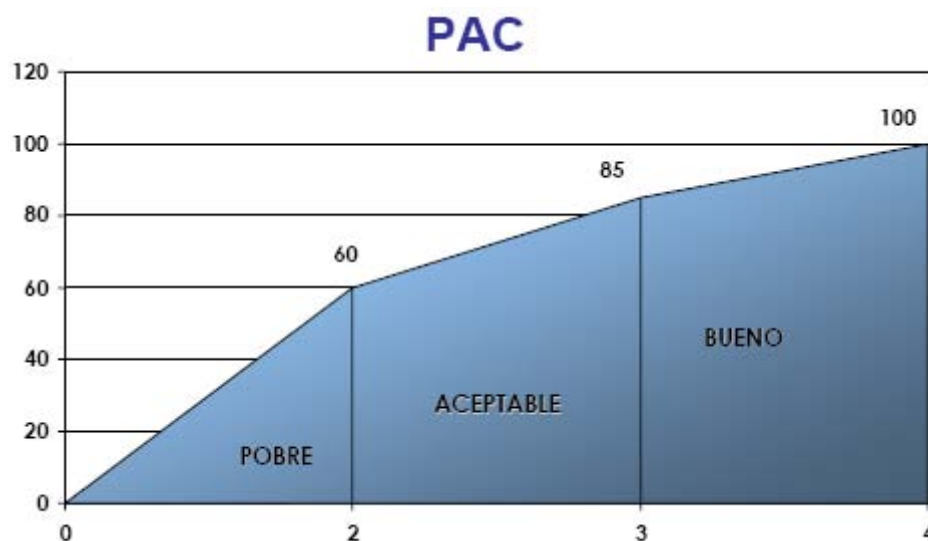


Figura N 4.9: modelo de grafico para evolución del PAC extraído de seminario del centro de excelencia en gestión de producción.

<sup>24</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón



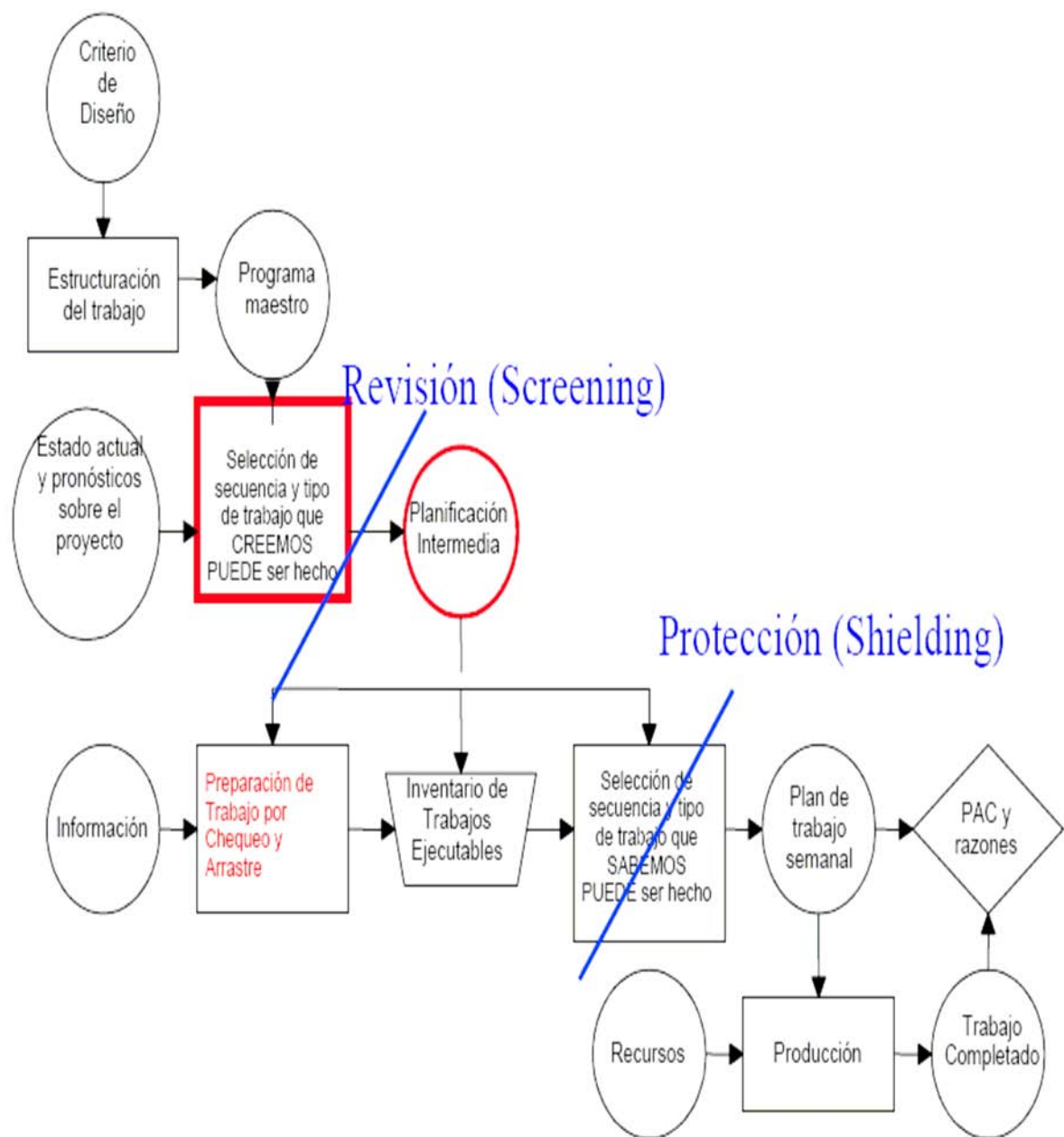
**Figura N 4.10: Nivel de aceptación de los porcentajes de actividades cumplidas.**

#### **4.2.2. PROCESO DE PLANIFICACION SEMANAL.**

El programa semanal se debe plantear de preferencia una reunión en la semana anterior donde se revisan las asignaciones y los responsables a cargo, en esta reunión deben participar todos los estamentos relacionados con pre-requisitos, recursos compartidos, directrices u otras limitaciones potenciales. Los propósitos de la reunión son los siguientes:

- Evaluar y aprender del PAC de la semana anterior.
- Estudiar las causas de no cumplimiento.
- Tomar acciones para disminuir las causas de no cumplimiento.
- Realizar una comparación entre los objetivos propuestos del proyecto y los alcanzados.

- Determinar las actividades que entran en la planificación intermedia analizando y responsabilizando las restricciones de cada tarea ingresada.
- Confeccionar un apropiado análisis de restricciones.
- Establecer el ITE para la semana próxima.
- Formular el plan de trabajo semanal para la semana siguiente.
- Determinar la preparación necesaria a desarrollar en la semana en curso.



**Figura N 4.11: Modelo general de control de planificación “Último Planificador”<sup>25</sup>**

<sup>25</sup> Información extraída del texto The Last Planner System of Production Control. G. Ballard.

Para cumplir los propósitos de la reunión existe información que debe llevar el coordinador del sistema de control y el último planificador:

El último planificador:

|                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Lleva a la reunión su PAC y causas de no cumplimiento, adicionalmente entrega una apreciación del “por que” no se cumplieron algunas actividades.                               |
| 2. La información del estado de trabajo.                                                                                                                                           |
| 3. Lista tentativa de las tareas para la próxima semana.                                                                                                                           |
| 4. Una revisión del estado de liberación de restricciones de las tareas que se asignaron para liberar o restricciones específicas dentro de la ventana de tiempo de 4 a 6 semanas. |
| 5. Listado de las tareas que entrarían en el proceso de planificación Intermedia y la planificación intermedia de la semana anterior.                                              |

Coordinador o facilitador:

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Lleva programa maestro y planificador intermedia. En este contexto es conveniente llevar a cada último planificador una copia de la planificación intermedia, con el objetivo de contrastar sus ideas (últimos planificadores) con los objetivos del proyecto. |
| 2. Lleva una comparación entre los objetivos logrados y los propuestos por el proyecto, con el propósito de marcar claramente las directrices del funcionamiento de cada unidad productiva.                                                                       |

- |                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>3. Lleva Inventario de Tareas Ejecutables, con el objeto de tener presentes el buffer de tareas que poseen.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Solo siguiendo una estructura determina para la reunión se asegurará que se cumplan sus propósitos, a continuación se señala una estructura que muestra una secuencia básica a tratar en la reunión.

### ***Estructura de la reunión***

- Se parte con la muestra del PAC de la semana que pasó, analizando causas de no cumplimiento y tomando acciones correctivas inmediatamente si es posible.
- Se analiza el cumplimiento de las tareas pendientes de la semana anterior.
- Se realiza el paralelo entre los objetivos alcanzados y los propuestos por el proyecto, aclarando las directrices de cada unidad productiva.
- Se analiza la liberación de restricciones para las tareas que entran en la semana siguiente.
- Se crea el ITE con las actividades que poseen una completa liberación de restricciones, más las tareas remanentes de la semana anterior.
- Con la planificación intermedia de la semana anterior y tendiendo en cuenta el estado de la liberación de restricciones de la semana siguiente, cada último planificador entrega las tareas para la semana siguiente y se discute la

que en definitiva se realizará, analizando secuencia, responsables, carga de trabajo (si son capaces de realizarlo) y si el trabajo seleccionado es practicable o legitimo, ósea, puede ser hecho, para la realización de la planificación semanal se debe tener en cuenta el buffet de tareas de la semana anterior (ITE) y definir aquellas que actuarán con este fin durante la semana que viene.

- El coordinador se compromete a entregar al día siguiente al programa semanal a cada último planificador.
- Además se discute el estado de las otras actividades dentro de la planificación intermedia en relación a sus restricciones (se discute con cada responsable), lo anterior con el objetivo de poder liberarlas en lo posible con dos semanas de anticipación o para dar soluciones que faciliten esta liberación.
- Luego, y teniendo presente las tareas de cada último planificador entregadas como tentativas para ingresar a la planificación intermedia, se verifican las que realmente entran al plan intermedio, contrastándolas con el plan maestro.
- Posteriormente se designan los responsables de liberar las restricciones de las nuevas tareas ingresadas a la planificación intermedia.
- Teniendo la nueva planificación intermedia, el coordinador entregará a más tardar al día siguiente la planificación intermedia nueva a cada último planificador, en donde se resumirán todas las asignaciones que las distintas

unidades productivas realizaran durante la semana, e identificando aquellas tareas que actuaran como colchón.<sup>26</sup>

Por último se destaca el compromiso que asume cada último planificador haciendo referencia que es la instancia más importante de la reunión. Además se darán las respectivas felicitaciones a los últimos planificadores que asumieron compromisos que realmente cumplieron durante la semana pasada.

Es importante mencionar que la creación de la planificación intermedia, itinerario de trabajo ejecutable y la planificación semanal debe realizarse en una discusión abierta sin imponer órdenes por parte del coordinador, esto hará que los últimos planificadores se sientan partícipes dentro de lo que es la programación de la obra.

El plan de trabajo semanal desarrollado en esta reunión debe ser ajustado al finalizar la semana cuando este disponible la información de último minuto con respecto a la realización del proceso de preparación y a las asignaciones programadas para la semana recién terminada.

A continuación se resumen los principales puntos a tratar en una reunión de planificación.

### ***REVISIÓN DE SEMANA ANTERIOR.***

- *Controlar cumplimiento de actividades.*

---

<sup>26</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Último Planificador. L. Alarcón



- *Calcular PAC.*
- *Determinar causas de no cumplimiento.*
- *Tomar acciones correctivas.*
- *Definir actividades pendientes.*
- *Tomar acciones correctivas para recuperar atrasos, principalmente con actividades críticas.*

#### **PREPARACION DEL PROGRAMA SEMANAL.**

- *Revisar estado de restricciones del plan intermedio anterior.*
- *Definir nuevo ITE.*
- *Contrastar ITE con programa propuesto por ultimo planificador.*
- *Definir el programa semanal, adquiriendo compromisos y dejando actividades colchón.*

#### **PREPARACION DEL PLAN INTERMEDIO.**

- *Presentación del nuevo plan intermedio por parte del planificador de la obra.*
- *Revisar estado de restricciones del nuevo plan intermedio.*
- *Definir un responsable para la liberación de restricciones, definiendo acciones para esto.*

#### **DOCUMENTOS E INFORMACION QUE DEBEN TRAER LOS ASISTENTES.**

- **Planificador**

- *Programa maestro*
- *Plan intermedio antiguo*
- *Plan intermedio nuevo tentativo*
- *Posterior a la reunión entrega plan intermedio definitivo a asistentes.*
- *Posterior a la reunión entrega plan semanal definitivo a asistentes.*
  
- ***Último Planificador***
- *PAC*
- *Causas de no cumplimiento*
- *Propuestas de soluciones a causas de no cumplimiento*
- *Información del estado de trabajo*
- *Estado de liberación de restricciones bajo su responsabilidad*
- *Plan semanal tentativo*
- *Plan intermedio anterior*

Es recomendable que el ciclo de las reuniones se adapte al equipo que trabaje en obra y generalmente se recomienda que estas reuniones sean de tiempo breve para no desmotivar a los participantes, para poder lograr que el tiempo sea corto es necesario que tanto el planificador o facilitador como los últimos planificadores o capataces adelanten ciertas tareas el día antes de la reunión.<sup>27</sup>

El último planificador deberá entregar el día anterior a la reunión los resultados de los cumplimientos de sus actividades y causas de no cumplimiento, con motivo que no se pierda tiempo en la reunión en recolectar estos datos y se puedan establecer rápidamente estrategias que disminuyan las causas de no cumplimiento.

---

<sup>27</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Último Planificador. L. Alarcón

Del mismo modo el planificador debe llevar procesado el valor del porcentaje de actividades cumplidas y las causas de no cumplimiento. Además el planificador debe llegar con un análisis de las restricciones que impiden liberar alguna actividad para preguntar sobre el estado de ellas en la reunión y elaborar estrategias para liberarlas.

Por otra parte debe contrastar los objetivos del proyecto con el avance de la obra para tomar directrices de trabajo en la próxima reunión. Conjuntamente con lo anterior, el planificador debe llegar a la reunión con el plan intermedio nuevo y tentativo, de manera que durante ella se ajuste el definitivo.

La cronología de las reuniones deberá ser semana a semana y pasara a formar parte fundamental para la implementación del sistema. Es necesario que se deje establecido el día y la hora de la reunión, de manera que todos los participantes se enteren adquiriendo el compromiso de respetar los acuerdos como una forma de trabajo rutinaria.

Es recomendable utilizar una secuencia de implementación evolutiva, es decir ir implementando partes del sistema hasta llegar a su implementación total<sup>28</sup>. Por ejemplo:

#### Mes 1

- Formación del trabajo semanal
- Medición del PAC
- Análisis de las causas de no cumplimiento

---

<sup>28</sup>Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón

#### Mes 2

- Creación del plan intermedio
- Revisión y preparación de las restricciones
- ITE

#### Mes 3

- Implementar algún indicador de desempeño de procesos que de validez al PAC.
- Afinar conceptos de revisión y asignaciones de calidad.



**Figura N 4.12: Reunión de planificación semanal.**

#### **4.2.3. CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO.**

Si al finalizar la semana alguna asignación no ha sido completada, el último planificador debe buscar el por qué. Los motivos por los que puede fallar una

planificación se pueden clasificar en dos grupos. El primero agrupa instrucciones junto con trabajos y recursos previamente requeridos. El segundo agrupa fallas en los procesos.

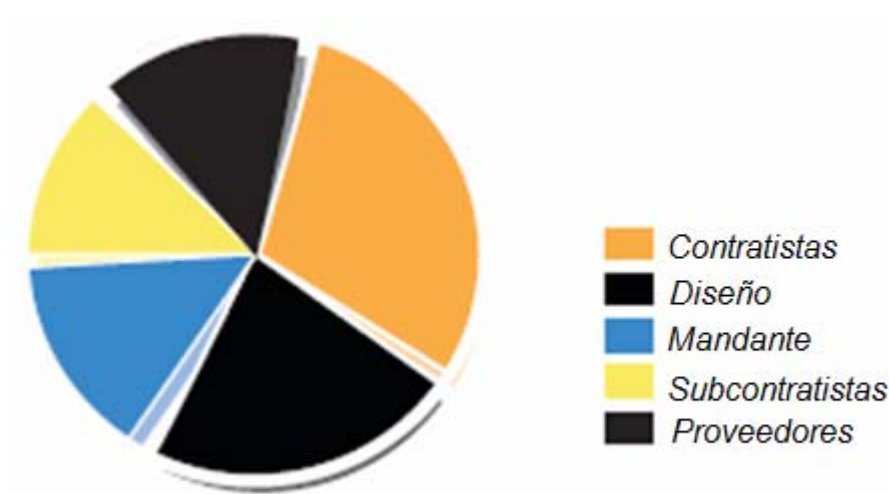
Después de detectarse las razones, el último planificador debe analizar la raíz del problema, la razón aparente inicialmente detectada, puede ser consecuencia de otras acciones o eventos desarrollados en el proyecto. El último planificador debe manejar el curso de las acciones o la cadena de eventos para aprender como las fallas repetitivas pueden prevenirse, el propósito no es reprochar a la persona por su falla, sino ayudar al individuo a entender como un cambio en sus acciones puede ayudar a prevenir futuras fallas en la planificación

|                               | DISEÑO                                                                  | CONSTRUCCIÓN                                                                                                  |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Instrucciones                 | Cambios en criterios de diseño sin considerar requerimientos clave      | cambios en las instrucciones del mandante no informadas en forma adecuada                                     |
| Requisitos Previos de Trabajo | Información necesitada por el dueño esperando confirmacion del vendedor | Materiales no llegaron. información requerida no llega. otro contratista aun trabaja. no hay accesos al área. |
| Recursos                      | Fallas en equipos                                                       | Falta de equipos y herramientas<br>Escasez de mano de obra                                                    |
| Procesos o Productos          | Tiempo insuficiente, error de calculo descubierto                       | Tiempo insuficiente, Falta de coordiacion, Clima, Emergencias                                                 |

**Figura N 4.13: Problemas frecuentes en el cumplimiento de la planificación.**<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Información extraída del texto Planificación y Control de Producción Para la Construcción: Sistema del Ultimo Planificador. L. Alarcón

Para lograr mejoramientos efectivos en los proyectos se requiere un trabajo colaborativo de los diversos actores del proyecto. Las causas de no cumplimiento de la planificación generalmente provienen de diversos orígenes. Si solo se actúa al interior de una de las organizaciones, se podrá actuar solo sobre una fracción menor de las causas de no cumplimiento y se ve limitada la capacidad de mejorar. Por ese motivo, los mandantes debieran ser los principales interesados en participar y promover el uso de estas prácticas en la gestión de sus proyectos, ya que sus beneficios alcanzan a cada uno de los participantes del proyecto.



**Figura N 4.14: origen de las causas de no cumplimiento de la planificación.**

Con respecto a la organización de la empresa para la implementación es recomendable según Alarcón (2003) “formar un equipo o comité a niveles

superiores para que potencien y lideren la implementación a nivel de empresa” (ver anexo 1). De la misma manera es recomendable también crear un grupo a nivel de mano de obra que este capacitado con los conceptos del sistema para que motive la ejecución en obra. Para la implementación del sistema a nivel de empresa un aspecto importante es el designar a un facilitador cuyo fin es mejorar la gestión de la producción en la empresa, permitiéndole a esta alcanzar mejores niveles de productividad y competitividad. (Detalles mencionados en el anexo 2).

En el aspecto técnico del sistema el PAC debe ser medido sobre las actividades completadas de manera conforme lo que significa que debe representar el grado de cumplimiento de acciones que se consideran en el programa maestro y que están en estrecha relación con el avance de la obra. Un ejemplo de trabajo no conforme son los trabajos rehechos ya que son producto de un error y ni deben ser

considerados al momento de calcular el PAC semanal.

| TIPO                                      | CAUSAS                                         |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>FALTA<br/>DE<br/>MATERIAL</b>          | No llego material en fecha solicitada          |
|                                           | Llegó material, pero en forma defectuosa       |
|                                           | Llegó material, no corresponde al especificado |
|                                           | Mal estado del material                        |
|                                           | Mal contabilizado el material                  |
|                                           | No se ha comprado el material faltante         |
|                                           | Material no se pidió con tiempo                |
| <b>FALTA<br/>MANO DE<br/>OBRA</b>         | No llega                                       |
|                                           | No hay                                         |
|                                           | Mala ejecución                                 |
| <b>CAMBIO<br/>DE<br/>PROYECTO</b>         | Arquitectura                                   |
|                                           | Calculo                                        |
|                                           | Falta definición                               |
| <b>FALTA<br/>EQUIPO O<br/>HERRAMIENTA</b> | No llega por parte de proveedor                |
|                                           | No llega por parte de la obra                  |
|                                           | Se encuentra en mal estado                     |
|                                           | Ocupado en otras faenas                        |
|                                           | se encuentra en reparación                     |
|                                           | No esta disponible en el mercado               |
|                                           | Equipo inadecuado                              |
| <b>FALLA<br/>SUBCONTRATO</b>              | Falta de mano de obra subcontrato              |
|                                           | Falta de materiales                            |
|                                           | Falta o falla de equipos                       |
|                                           | Mala estimación de rendimientos                |
|                                           | No llega subcontrato                           |
|                                           | Mala ejecución                                 |
| <b>PLANIFICACIÓN</b>                      | Cambio de planificación                        |
|                                           | Mala planificación                             |
| <b>OTROS</b>                              | Condiciones climáticas                         |
|                                           | Accidente de trabajo                           |
|                                           | Aprobación o solución de ITO                   |
|                                           | actividad predecesora no termino a tiempo      |

Figura N 4.15: Causas de no cumplimiento.



Las causas de no cumplimiento deben ser claras y no deben permitir generar ambigüedades al momento de analizarlas y tomar acciones pertinentes. Es necesario mencionar que la clasificación general de las causas debe estar apoyada, si es necesario, por un detalle que explique el problema claramente por ejemplo “Mala Planificación” o “Cancha no Liberada” son muy generales y al momento de analizarlas es posible identificar la raíz del problema.

## **Capítulo V:**

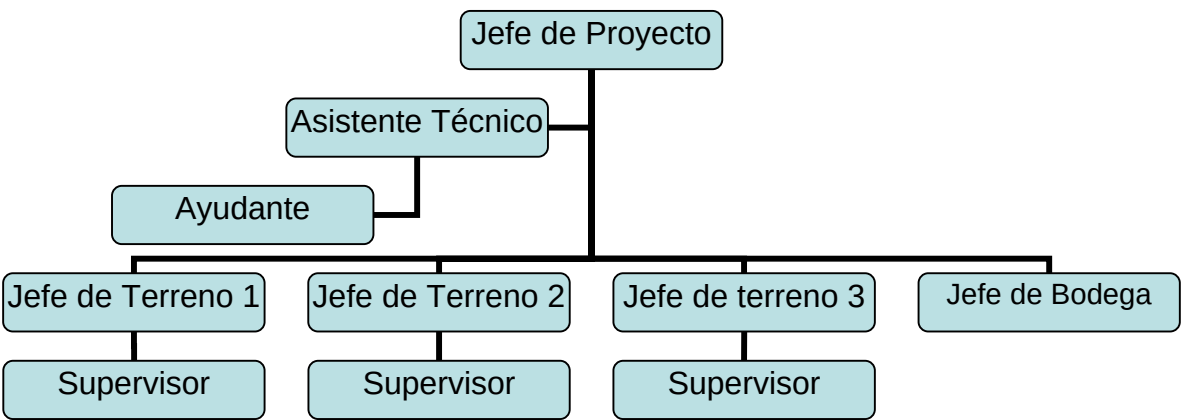
### **APLICACIÓN DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR EN EMPRESA CONSTRUCTORA DE VIVIENDA.**

#### **5.1 ANTECEDENTES GENERALES.**

Esta empresa es integrada por un grupo de profesionales con estudios y experiencias que complementan sus conocimientos para el desarrollo de proyectos, ejecución de obras y servicios en el área de la construcción, su principal misión como sociedad, es superar las expectativas de sus clientes con un servicio de construcción distinto e innovador. Por lo que han preparado a sus profesionales a través de diversos cursos y capacitaciones para la implementación de la filosofía Lean y consigo el Sistema “The Last Planner” en sus obras.

El Sistema del Último Planificador ha sido utilizado por la empresa desde el año 2001 en adelante, en todas sus obras ejecutadas, especialmente en el área de construcción de viviendas, donde se han logrado obtener datos y mejoras de algunos procesos, a raíz de distintos seguimientos realizados por el personal encargado.

En cuanto a la organización a nivel de obra se puede mostrar el siguiente organigrama.



**Figura N 5.1: Organigrama de Obra. Fuente propia**

**5.2 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DENTRO DE LA EMPRESA.**

Como ya se he explicado anteriormente, la aplicación del sistema del Último planificador requiere de varios pasos a seguir. En esta empresa cada profesional a cargo o Jefe de terreno tiene destinada una cierta fase dentro de la etapa de construcción, por ejemplo pude haber un profesional a cargo de la etapa de urbanización, otro de obra gruesa y un jefe de terreno encargado de la etapa de terminaciones, cada uno con su supervisor a cargo, que en este caso, seria el último planificador.

El proceso comienza cuando cada Jefe de terreno presenta su planificación intermedia realizando su adecuado análisis de restricciones, para esto existen algunas planillas que permiten llevar un formato de la información, (ver anexos 3 y 4). Una vez realizado este proceso, se entrega una información mas precisa al supervisor, de que actividades Pueden realizarse.

Llegando al plan semanal que es donde participa directamente el Supervisor, quien es el que se compromete de forma directa, a sacar adelante una actividad siendo la persona que esta derechamente relacionada con el trabajo en terreno y que conoce la capacidad de su cuadrilla.

Este plan semanal es examinado por el Jefe de terreno, quien en conjunto con su supervisor, revisan si es viable su ejecución, siendo presentado y analizado, en la reunión de planificación, realizada una vez a la semana y dirigida por el Jefe de Proyecto, que en este caso, seria el facilitador, de esta manera, se despejan algunos obstáculos que podrían perjudicar la ejecución de una actividad, por causa de una mala coordinación entre Jefes de terreno y se descartan algunas actividades, si fuese necesario, en caso de que la partida que le precedía no hubiese sido terminada aún por algún otro profesional a cargo, dando la oportunidad de no planificar aquella actividad, y optar por otra que si pueda cumplirse, así se comunica a todos, cuales son las labores a realizar, de manera que todo el equipo este en conocimiento de lo que se esta haciendo.

Antecediendo a la revisión del nuevo plan semanal, en la reunión de planificación, se revisa el porcentaje de actividades cumplidas (PAC) de la planificación de la semana pasada y de acuerdo a esto se ven las causas de no cumplimiento (CNC), con las cuales, como ya se había mencionado, se conoce el porque cierta actividad no llevo a su cumplimiento, cabe destacar que es muy importante llegar a la raíz del problema, para lograr encontrar una verdadera acción correctiva, que permita implementarse a la mejora continua del proceso, y así no cometer el mismo error en actividades posteriores.

Todos estos datos son almacenados por el Asistente Técnico, quien lleva una estadística de cuales son los problemas mas frecuentes a los que se ven enfrentados, y un historial de que acciones correctivas se han tomado para determinados casos.

Una vez concluida la reunión, una copia de las planificaciones semanales quedan publicadas en un fichero de manera que todos tengan acceso a la información. Siendo esto uno de los principio del Lean Construction “Transparencia en los procesos”.

Luego el Último Planificador es el encargado de transmitir la información a terreno, comunicando a contratistas y maestros de su planificación semanal, de manera que la información no quede solo en la sala de reuniones sino, que sea publicada a todos sus trabajadores.

Una forma importante de aplicación del sistema de control de producción que posee la empresa, es a través de seguimientos a diferentes partidas en el proceso constructivo de una vivienda en los que se pueden nombrar: Excavaciones, Hormigonado de Sobrecimiento, montaje estructura metalcom primer y segundo piso, entre otros. La forma de medición es a través de una planilla de control de productividad. Este documento es específico para cada etapa constructiva. En donde se deben llevar registros del periodo de tiempo en el que se hará el seguimiento, luego se procede a anotar el lote y la manzana correspondiente según este designado en el plano de loteo, a continuación se ingresa el tipo de vivienda que corresponda, en este caso la empresa posee dos tipos, posteriormente se identifican cuantas cuadrillas realizaran la actividad y el numero de personas que posee cada unidad productora.

| CONTROL DE PRODUCTIVIDAD  |                  |                     |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    | OBRA            |    |  |  |
|---------------------------|------------------|---------------------|----|---------------------------|----|----|---|----|----|---|----------------|----|---|----|----|---|----|----|-----------------|----|--|--|
| EXCAVACIONES DE FUNDACION |                  |                     |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    | CODIGO DE OBRA: |    |  |  |
|                           |                  |                     |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    | N° DE REGISTRO  |    |  |  |
|                           |                  |                     |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
|                           |                  |                     |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
| PAUTA                     |                  | ITEM                |    | SEMANA DEL _____ AL _____ |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
| PRODUCTIVIDAD             | TRAZABILIDAD     | LOTE                |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
|                           |                  | MANZANA             | A  | B                         | C  | A  | B | C  | A  | B | C              | A  | B | C  | A  | B | C  | A  | B               | C  |  |  |
|                           |                  | TIPO DE VIVIENDA    | 85 |                           | 90 | 85 |   | 90 | 85 |   | 90             | 85 |   | 90 | 85 |   | 90 | 85 |                 | 90 |  |  |
|                           |                  | CUADRILLA           | 1  | 2                         | 3  | 1  | 2 | 3  | 1  | 2 | 3              | 1  | 2 | 3  | 1  | 2 | 3  | 1  | 2               | 3  |  |  |
|                           |                  | N° DE PERSONAS P/C  | 4  | 5                         | 6  | 4  | 5 | 6  | 4  | 5 | 6              | 4  | 5 | 6  | 4  | 5 | 6  | 4  | 5               | 6  |  |  |
|                           | INICIO           | FECHA               |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
|                           |                  | HORA                |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
|                           | TERMINO          | FECHA               |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
|                           |                  | HORA                |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
|                           | TIEMPO           | TIEMPO TOTAL HORA/T |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
|                           | LEVANTE TERRENO  | TIPO DE TERRENO     | D  |                           | B  | D  |   | B  | D  |   | B              | D  |   | B  | D  |   | B  | D  |                 | B  |  |  |
|                           |                  | ALTURA HASTA 1 MT   |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
|                           |                  | ALTURA HASTA 1,5 MT |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
|                           |                  | ALTURA MAYOR A 1,5  |    |                           |    |    |   |    |    |   |                |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |
|                           | Vº Bº CONTROLADO |                     |    |                           |    |    |   |    |    |   | Vº Bº DIGITADO |    |   |    |    |   |    |    |                 |    |  |  |

**Figura N 5.2: Planilla de Control de Productividad de la Etapa de Excavación de Fundaciones. Fuente control producción empresa constructora.**

Como se observa en la figura además de los datos anteriormente mencionados es preciso escribir la fecha y hora de inicio de la partida, luego el día y tiempo de término una vez concluido todos los procesos que llevan a una correcta ejecución del trabajo, esto para calcular la cantidad de horas productivas o el total de horas trabajadas. Por ultimo en el caso de la etapa de excavaciones se analiza el tipo de terreno en el que se esta realizando la actividad, teniendo como parámetro un terreno blando sobre un metro de profundidad y duro bajo este.

Una vez concluido el periodo de seguimiento, este registro es firmado por la persona que reviso los datos en terreno y aquella que digitalizo el análisis. De este estudio se puede obtener un rendimiento real el cual revela información de fortalezas o debilidades del proceso.

Como ejemplo, para comprender mejor la aplicación del Sistema Last Planner de Lean Construction a un proceso de construcción de vivienda la empresa Constructora realizo un análisis específico a un proceso de excavación de fundaciones, en el cual se efectuó el seguimiento al trabajo de dos cuadrillas en iguales condiciones, de las que se obtuvieron algunas diferencias en la ejecución de la tarea, en el tiempo requerido para realizar esta, además se visualizó que existían actividades de flujo que no agregan valor al producto final, recordando que estas pueden ser de transporte, esperas, o bien tiempos de ocio.



**Figura N 5.3: Comienzo Partida de Excavación. Imagen extraída de empresa constructora**



**Figura N 5.4: Cuadrillas Ejecutando la Excavación. Imagen extraída de empresa constructora.**



Para mostrar mas claramente el análisis de este seguimiento se pude ver una planilla donde se resumen las horas productivas, días productivos y horas de flujo de cada cuadrilla en un periodo de 10 semanas.

| Semana | Horas Productivas | Días Productivos  | Horas Flujo         |
|--------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 1      | Cuadrilla 1= 20   | 18 hrs - 20 hrs   | Cuadrilla 1=2 hrs   |
|        | Cuadrilla 2= 13,5 | 18 hrs - 13,5 hrs | Cuadrilla 2=4,5 hrs |
| 2      | Cuadrilla 1= 53   | 54 hrs - 53 hrs   | Cuadrilla 1=1 hrs   |
|        | Cuadrilla 2= 41   | 54 hrs - 41 hrs   | Cuadrilla 2=13 hrs  |
| 3      | Cuadrilla 1= 39   | 45 hrs - 39 hrs   | Cuadrilla 1=6 hrs   |
|        | Cuadrilla 2= 34   | 45 hrs - 34 hrs   | Cuadrilla 2= 11 hrs |
| 4      | Cuadrilla 1= 43   | 45 hrs - 43 hrs   | Cuadrilla 1=2 hrs   |
|        | Cuadrilla 2= 14   | 45 hrs - 14 hrs   | Cuadrilla 2=31 hrs  |
| 5      | Cuadrilla 1= 36   | 45 hrs - 36 hrs   | Cuadrilla 1=9 hrs   |
| 6      | Cuadrilla 1= 31   | 45 hrs - 31 hrs   | Cuadrilla 1= 14 hrs |
| 7      | Cuadrilla 1= 29   | 45 hrs - 29 hrs   | Cuadrilla 1= 16 hrs |
| 8      | Cuadrilla 1= 40   | 45 hrs - 40 hrs   | Cuadrilla 1= 5 hrs  |
| 9      | Cuadrilla 1= 30   | 36 hrs - 30 hrs   | Cuadrilla 1=6 hrs   |
| 10     | Cuadrilla 1= 42,5 | 45 hrs - 42,5 hrs | Cuadrilla 1=2,5 hrs |

**Figura N 5.5: Planilla Resumen de Horas Trabajadas. Planilla extraída de control de producción empresa constructora.**

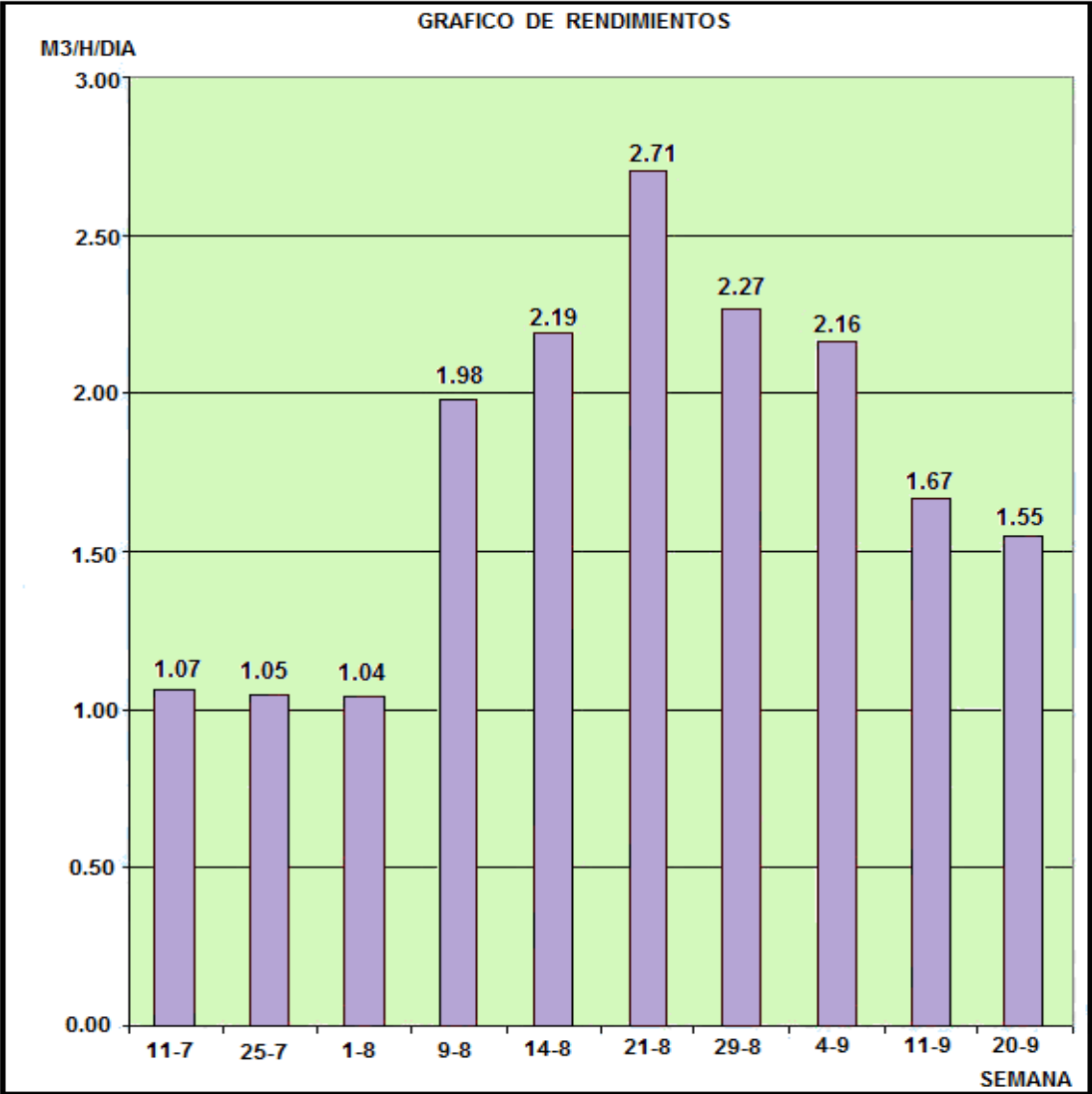
Cada actividad posee horas de flujo, que como ya se había explicado, son aquellas acciones que agregan o no valor al producto, dentro de estas ultimas hay algunas que son de soporte, es decir que apoyan para que el trabajo final se lleve a cabo y que no son totalmente eliminables. En esta empresa se consideran estas actividades y además las Detenciones Autorizadas que son aquellas actividades

que paran su proceso de ejecución debido a factores inevitables por ejemplo problemas climáticos. A continuación se observa un registro con un resumen de estas actividades y las horas ocupadas en cada una de ellas, según el seguimiento realizado a las dos cuadrillas en el proceso de excavación.

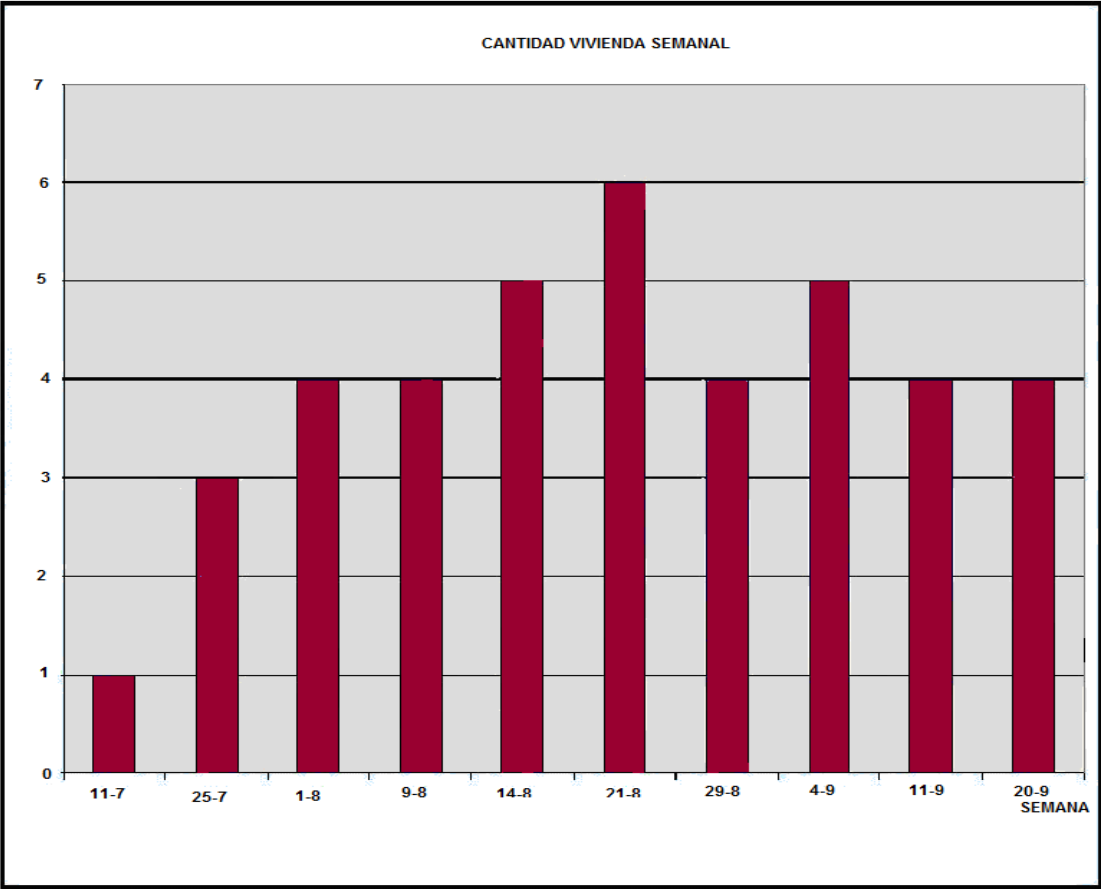
| SEMANA    | AGREGAN VALOR | SOPORTE     | DETENCIONES AUTORIZADAS | NO AGREGAN VALOR |
|-----------|---------------|-------------|-------------------------|------------------|
| Semana 1  | C1: 1 hrs     | C1: 1 hrs   | C1: 0 hrs               | C1: 0 hrs        |
|           | C2: 1 hrs     | C2: 1 hrs   | C2: 0 hrs               | C2: 2,5 hrs      |
| Semana 2  | C1: 1/2 hrs   | C1: 1/2 hrs | C1: 0 hrs               | C1: 0 hrs        |
|           | C2: 1/2 hrs   | C2: 1/2 hrs | C2: 0 hrs               | C2: 11,5 hrs     |
| Semana 3  | C1: 1 hrs     | C1: 1 hrs   | C1: 3 hrs               | C1: 1 hrs        |
|           | C2: 1 hrs     | C2: 1 hrs   | C2: 3 hrs               | C2: 6 hrs        |
| Semana 4  | C1: 1/2 hrs   | C1: 1/2 hrs | C1: 1 hrs               | C1: 0 hrs        |
|           | C2: 1/2 hrs   | C2: 9 hrs   | C2: 1 hrs               | C2: 20,5 hrs     |
| Semana 5  | C1: 1 hrs     | C1: 4 hrs   | C1: 1 hrs               | C1: 3 hrs        |
| Semana 6  | C1: 2 hrs     | C1: 4 hrs   | C1: 1 hrs               | C1: 7 hrs        |
| Semana 7  | C1: 2 hrs     | C1: 4 hrs   | C1: 2 hrs               | C1: 8 hrs        |
| Semana 8  | C1: 1 hrs     | C1: 1 hrs   | C1: 1 hrs               | C1: 2 hrs        |
| Semana 9  | C1: 1 hrs     | C1: 1 hrs   | C1: 1 hrs               | C1: 3 hrs        |
| Semana 10 | C1: 1 hrs     | C1: 1 hrs   | C1: 1/2 hrs             | C1: 0 hrs        |

**Figura N 5.6: Tabla Resumen de Actividades de Flujo. Planilla extraída de control de producción de empresa constructora.**

En la siguiente figura se muestra gráficamente el rendimiento obtenido por las unidades productoras en el espacio de 10 semanas.



**Figura 5.7: Grafico de Rendimiento Cuadrillas Proceso de Excavaciones.**  
**Extraído control de producción empresa constructora.**

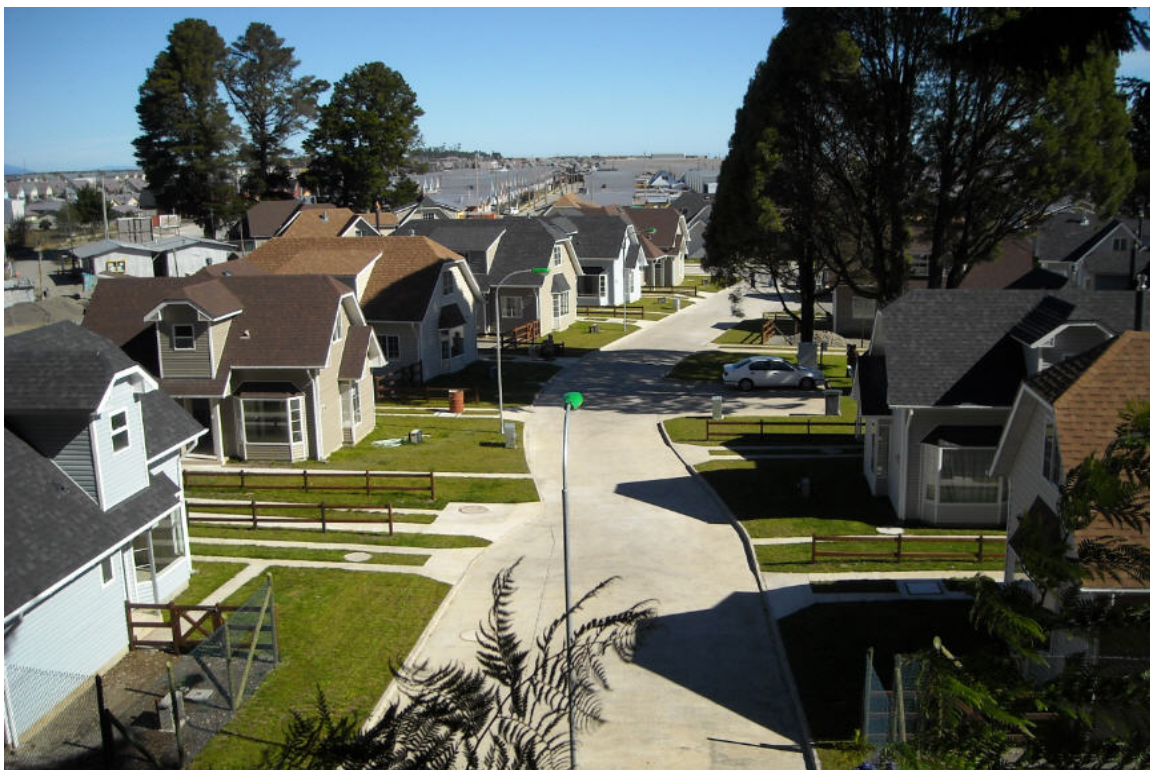


**Figura N 5.8: Grafico de Productividad Cantidad de Lotes Realizados en la Semana. Extraído control de producción empresa constructora.**

De acuerdo a estos gráficos se puede concluir que la mejor productividad se obtuvo en la semana número 6 con un total de 6 lotes completados. Además en este periodo se alcanzo el mayor rendimiento de las excavaciones que fue de un 2.71 m3 hombres día.

La elaboración de este seguimiento trae como resultado el disminuir la variabilidad al conocer las fallas mas frecuentes, además aumenta el trabajo continuo incrementando el mejoramiento de los procesos. Lo que se ve reflejado en la etapa de excavación investigada, al comprobar que existían trabajadores poco

capacitados que provocaban retrasos en la producción de construcción de viviendas, además de otros factores como la desorganización a la hora de ejecutar los procedimientos, también se logra conocer la cantidad de horas empleadas en actividades que no agregan valor a la producción, de las cuales se puede prescindir. Como acción correctiva se lleva a cabo la selección de los trabajadores, quedando solo aquellos que contribuyen con su mejor desempeño a valorizar la partida, igualmente se reubica la cuadrilla asignando una tarea específica a cada integrante, evitando de esta manera, el entorpecimiento de las faenas y aumentando individualmente la productividad. Lo que beneficia al empleado y a la empresa, siendo esta ultima la que logra cumplir con los objetivos trazados en su planificación.



**Figura N 5.9: Viviendas listas para ser Entregadas. Imagen extraída de empresa constructora.**

### 5.3 METODO TRADICIONAL V/S LAST PLANNER.

En los últimos años se han realizado muchos estudios que indican las principales características del modelo tradicional de planificación y de las condiciones especiales que posee el rubro de la construcción. Basado en diversas investigaciones es posible decir:

- La planificación en general se basa en la experiencia del administrador, lo que se hace realmente difícil ya que en el rubro de la construcción no se puede tener la información necesario debido a tantas condiciones inciertas.
- El traspaso de información de comúnmente se realiza en forma verbal y abarca aspectos de corto plazo, descuidando el largo plazo.
- El proceso de control se realiza a las actividades no a las unidades productivas, siendo que muchas veces cuando una actividad no es cumplida de manera conforme el problema esta realmente en la cuadrilla, por lo que sino se realiza un adecuado seguimiento no podrá tomarse acciones correctivas apropiadas
- El hacer una planificación detallada a largo plazo es innecesario en este sector debido a la gran incertidumbre existente, esta característica es inherente a la construcción, por lo que debemos evitar perder el tiempo planificando con gran detalle por que inevitablemente habrá que reprogramar.

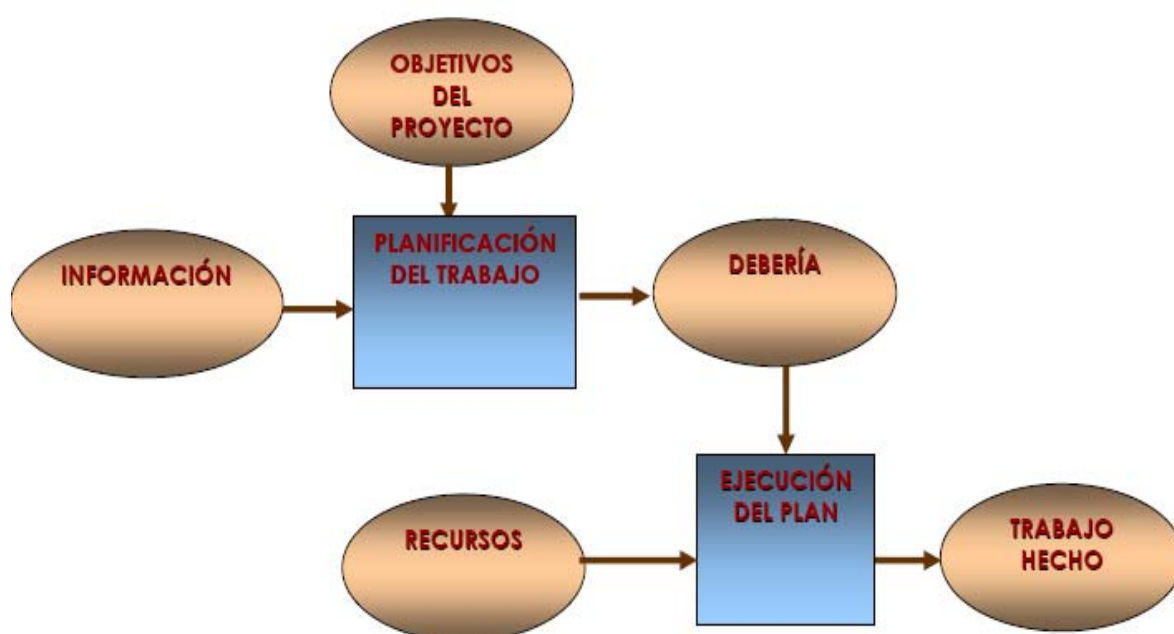
Además es importante hacer notar que la poca preocupación que se tiene por la capacitación de los trabajadores es un factor que afecta a la planificación ya que si una actividad queda mal realizada por errores constructivos, se debe rehacer, lo que trae como consecuencia un mayor gasto de dinero, tiempo y provoca un mayor atraso en las actividades que la siguen, esto se puede evitar si se invierte en la capacitación del trabajador, lo cual trae como beneficio una mejora en la calidad de la ejecución del proyecto.

El poco interés de agregar nuevas técnicas de planificación, también afecta, ya que generalmente se piensa que con la experiencia basta y los profesionales no mantienen actualizado sus conocimientos, es difícil hacer que un profesional con experiencia en construcción cambie su forma de trabajar y esta es una barrera al tratar de mejorar los sistemas de planificación existentes.

Es muy difícil organizar sin un adecuado método de planificación, este aspecto esta fallando en la construcción, si a esto se suma la presión de trabajo se tiene profesionales trabajando en función de lo inmediato.

En general el modelo tradicional utilizado se basa en el concepto de transformación, ya que no considera todas las actividades de flujo que existen entre las actividades. Como el modelo Lean.





**Figura N 5.10: Modelo tradicional de planificación.**

Como se puede ver en la figura los recursos se asignan a las actividades programadas, pero no se considera que hay acciones que no se pueden ejecutar aunque estén programadas, esto debido a que puede faltar algún requisito previo que impida su realización en la fecha de inicio propuesta, entonces ahí empieza el problema, ya que al considerar en el plan semanal asignaciones que no podrán ser ejecutadas se generará un atraso en toda la cadena productiva que sigue esta actividad, además de tener gente ociosa, el problema de fondo es que no se está diferenciando lo que se puede hacer con lo que se debe hacer. Si se asigna recursos a lo que se debe hacer se está cometiendo un error y hay que destinar recursos a lo que se puede hacer. Esta es la base del Último Planificador.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Información Extraída del texto Mejorando la Productividad de los Proyectos con Planificaciones más Confiables. Centro de excelencia en gestión de Producción.

Por otro lado, la planificación tiene una etapa muy importante que es el control, estos sistemas presentan una sutil diferencia, entre que es lo que se controla. Asignando recursos a lo que de debe hacer se esta privilegiando la producción y por el contrario si se asignan recursos a lo que se puede hacer se esta privilegiando la productividad. Ambos conceptos son distintos y para establecer esta diferencia de forma mas clara Glenn Ballard cita el siguiente ejemplo *“Supongamos que tardamos 9.32 horas laborales en fabricar una tubería y tenemos programado fabricar 10 tuberías, por lo que deberíamos tardar 93,2 horas laborales, sin embargo, solo pudimos producir 9, por lo tanto invertimos 83,88 horas laborales, en este caso solo producimos un 90% de lo programado, es decir, tuvimos una baja producción a la programada. Ahora, supongamos que en fabricar las 9 tuberías tardamos 80 horas laborales y no 83,88 o sea redujimos un 5% el tiempo de fabricación. En este caso nuestra producción sigue estando bajo lo esperado, ya que se fabricaron 9 y no 10 tuberías, pero la productividad aumento y esta sobre lo esperado, ya que se tardaron 80 horas laborales y no 83,88”* este ejemplo deja claro que una baja producción no necesariamente significa una baja productividad, pues el termino producción se relaciona con el resultado de toda la cadena productiva y el termino productividad se asocia al factor humano, por el contrario una baja productividad si genera una baja producción.<sup>31</sup>

Entonces tanto la productividad como la producción deben ser controladas en forma adecuada para lograr obtener un sistema equilibrado. Es importante controlar la producción con respecto a lo programado para poder tomar acciones correctivas a tiempo, pero no hay que descuidar la productividad ya que podríamos estar

---

<sup>31</sup>Información extraída del texto The Last Planner System of Production Control. G. Ballard

utilizando los recursos de forma inadecuada, pudiendo alcanzar el mismo progreso en el mismo tiempo y con menos recursos involucrados.

En otro aspecto el modelo tradicional de producción se focaliza en el control de costo de las actividades con el objetivo de detectar y corregir las falencias del sistema, la producción es vista como un conjunto de conversiones y considera que todas las actividades agregan valor al producto. Por otro lado la producción basada en los principios lean se focaliza no solo en el control, sino también en la gestión y asesoramiento dirigido hacia la mejora del costo, tiempo y valor de los flujos con el objetivo de prevenir posibles fallas del sistema.

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

**Figura N 5.11: comparación entre método tradicional y método Lean.**

La principal diferencia entre ambos métodos es algo de vital importancia en construcción: la consideración de actividades que no agregan valor. Al observar una jornada de trabajo ordinaria 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

influyente que en el sector manufacturero, porque en construcción el factor humano es mucho mayor.

Otro dato importante es el compromiso que requiere el Sistema del Ultimo Planificador 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 todos trabajan por la misma causa. En la medida que estén más comprometidos con sacar adelante el proyecto, las cosas funcionarán mucho mejor, el proceso será más transparente y el grado de compromiso dará una mayor fiabilidad a los flujos de trabajo. Esto es muy importante y no es considerado en el modelo tradicional.

## CONCLUSIONES.

- El sistema “Último Planificador” es una herramienta destinada a estabilizar el flujo de trabajo y para ello se basa en los principios del Lean Construction. Se Puede decir que en general cumple con estos principios, por ejemplo la mejora continua con la revisión de las causas de no cumplimiento, que crea un perfeccionamiento en el sistema, ya que se detectan las partes del proyecto que están fallando. Con esto, se puede llegar al origen del problema que genera el no desarrollo según lo planificado en una actividad. Como es el caso del seguimiento realizado por la empresa constructora, donde se analizaron las principales debilidades y se llegó a la raíz de los problemas de esta forma de atacaron los factores que provocaban retraso. Así, mejora también el tiempo de ciclo de la cadena productiva, logrando hacer que los trabajadores no pierdan tiempo en actividades que no agregan valor, como por ejemplo, esperas de material, falta de herramientas o simplemente tiempos de ocio.
- La planificación intermedia, el plan semanal y la reunión de control de planificación, afectan de manera positiva al desarrollo de la obra y su desempeño en diferentes aspectos. Por ejemplo en la comunicación, ya que estas planificaciones son expuestas y se realizan en conjunto, para el conocimiento de todo el personal. Aumenta también, el compromiso, ya que el ultimo planificador es participe directo del trabajo en terreno y es considerado a la hora de programar, además, el nuevo sistema crea una cultura de medición que es necesaria para establecer referencias del desempeño del proyecto. Sin olvidar el mejoramiento continuo aplicado sistemáticamente una vez establecido el indicador de cumplimiento PAC.

- Con el nuevo sistema de planificación el papel del profesional administrador de obra se vuelve proactivo, por la necesidad de analizar y levantar las restricciones de las actividades para definir las asignaciones de trabajo de las unidades productoras. Además este rol es importantísimo pues ellos ejercen liderazgo lo que significa que deben reflejar una permanente disposición a la implementación de este método en su obra. Por otro lado los capataces o supervisores son los reales últimos planificadores quienes están directamente relacionados a la labor en terreno.
- La implementación del Sistema del Último Planificador se aprecia como una oportunidad para definir adecuadamente los requerimientos de cada trabajador y mantener una comunicación óptima entre los planificadores. Además es una forma de transmitir los conocimientos de esta nueva teoría.
- El verdadero compromiso es un concepto primordial en el sistema de planificación estudiado. Todos los involucrados, desde los capataces hasta el administrador, deben tener una real convicción de los beneficios que se pueden alcanzar al implementar “The Last Planner System”. Las reuniones semanales de planificación refuerzan este concepto, ya que son el motor del sistema de control y es donde se adquieren todos los compromisos. Estas son fundamentales para intercambiar opiniones acerca de la evolución del proyecto y crean el instante adecuado para plantear inquietudes o dificultades encontradas en terreno.
- Finalmente el compromiso de un equipo es primordial a la hora de efectuar una metodología nueva de trabajo, que requiera de la participación de todos en conjunto, por lo que no se debe olvidar, que para lograr implementar un sistema de planificación como “Last Planner” de manera exitosa, se requiere organización, disciplina y, fundamentalmente ganas de mejorar.

## BIBLIOGRAFIA

**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.

**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](http://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.



**Guía para Comité Directivo de Gestión de Producción de Empresas Constructoras.**

**OBJETIVO DEL COMITÉ DIRECTIVO DE GESTION DE PRODUCCION.**

Definir y fomentar estrategias que permitan alcanzar los objetivos de largo plazo de la organización, por medio de Mejoramiento Integral en la Gestión de Producción.

**FUNCIONES BÁSICAS.**

- Definición de los objetivos propio de la empresa / proyecto, en función de obtener una dirección mas efectiva y eficiente.
- Definir estrategias de mejoramiento y favorecer las condiciones de implementación de las mismas.
- Establecer y preparar una estructura organizacional interna para enfrentar procesos de cambio.
- Velar y promover acciones que logren el compromiso y motivación, desde la administración superior hacia los diferentes niveles de la empresa
- Todo lo anterior se traduce en Mejorar la Gestión de la empresa.

## **FUNCIONES ESPECÍFICAS.**

- Velar por la buena comunicación dentro de la organización. Por medio de obtener información relevante sobre la situación actual de la empresa y sus proyectos.
- Crear una dinámica de mejoramiento continuo.
- Desarrollar incentivos que sean un instrumento eficaz en lograr los objetivos trazados por empresa.
- Optimizar la producción global en obra.
- Desarrollar seguimientos y controles al desarrollo de las diferentes acciones de mejoramiento en procesos contrastando con los objetivos definidos originalmente.
- Identificar fortalezas y oportunidades del mejoramiento en la organización.
- Constituirse en un nexo entre la administración superior y el resto de la empresa.
- Identificación y eliminación de barreras existentes para la implementación de cambios en la organización.
- Identificar y resolver necesidades de capacitación de cambios en la organización.

## **Guía para Facilitadores en Gestión de Producción de Empresas Constructoras.**

### **OBJETIVOS DEL FACILITADOR.**

Mejorar la gestión de la producción en la empresa, permitiéndole a esta alcanzar mejores niveles de productividad y competitividad.

### **FUNCIONES BÁSICAS.**

- Implementar en los diferentes frentes de trabajo herramientas que permitan mejorar los niveles de productividad.
- Introducir al personal en los conceptos y herramientas de gestión de producción.
- Permitir un manejo eficaz de la información, lo que se traduzca en acciones de mejoramiento y aprendizaje.
- Desarrollar e impulsar mediciones en los frentes de trabajo.
- Velar por el buen cumplimiento y utilización de las herramientas que la gestión de producción nos entrega.
- Generar informes periódicos para el comité central de gestión de producción de gerencia.
- Establecer fortalezas y debilidades de los diferentes frentes de implementación y de la empresa como un todo, para proponer acciones globales de mejoramiento.

- Lograr una dinámica de trabajo tanto en el comité central como en los comités de obra, fortaleciendo para esto el uso de equipos de trabajo y alcanzar objetivos que son propios de la organización.

## **FUNCIONES ESPECÍFICAS.**

- Liderar talleres de implementación e inducción en gestión de producción.
- Resolver problemáticas propias del proceso de implementación.
- General documentos de apoyo al personal.
- Lograr un manejo completo de la información.
- Consolidar los resultados de los diferentes frentes de trabajo.
- Entregar herramientas para el desarrollo de las diferentes mediciones.
- Desarrollar mediciones especiales como agente externo en caso que la situación lo amerite.
- Desarrollar nuevas herramientas adecuadas a la realidad de la empresa.
- Elaborar informes y presentaciones que permitan a la organización tener una visión completa y total de la empresa en lo que a gestión de producción respecta.
- Desarrollar diagnósticos en las diferentes áreas de la empresa.
- Identificar oportunidades de mejoramiento dentro de la organización.
- Proponer alternativas de mejoramiento a los procesos.
- Mostrar a la organización las nuevas formas de gestión y como estas pudieren ser adoptadas por la empresa.
- Establecer equipos de trabajos dinámicos y multidisciplinarios
- Apoyar la dinámica de los diferentes equipos de trabajo.



ANEXO N° 4

---

ESTADO DE RESTRICCIONES

|  |                                        |             |                                           |       |    |
|--|----------------------------------------|-------------|-------------------------------------------|-------|----|
|  | ESTADO DE RESTRICCIONES                |             | correlativo                               |       |    |
|  | Obra :<br>Director :<br>Planificador : |             | Fecha de Actualización:<br>____/____/____ |       |    |
|  | Actividad                              | Restricción | Responsable                               | Fecha | OK |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |
|  |                                        |             |                                           |       |    |

