

LINEA DE BALANCE APLICADA A PROYECTOS DE CONSTRUCCION

Marcela Vera Gómez ¹

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga
Bucaramanga, Colombia

Resumen

El propósito de este artículo es resaltar la importancia que tiene la programación de obra, su seguimiento y control y los mecanismos que más se adaptan al tipo de proyecto que estemos ejecutando.

Planeación implica, entre otras cosas, definir el contenido y la lógica de los componentes de una obra; programación corresponde a presupuestar cantidades de tiempo y se plasma en un cronograma.

La mayoría de las empresas constructoras en nuestro medio utilizan métodos de programación como CPM, PERT o GANTT; independiente del tipo de obra que están ejecutando, estas metodologías son de gran utilidad; nos dan un visión global de las actividades críticas de las cuales no podemos retrasarnos, pues se retrasaría la fecha final del proyecto, también nos permite manejar las holguras de las actividades; pero no nos permite una fácil interpretación de la productividad de los recursos del proyecto; es decir no advierte si hay cuadrillas de trabajadores que tienen tiempos muertos o que actividades requieren más recursos para que la producción sea eficiente.

El método de la línea de balance es un tema que se ha venido planteando en los últimos tiempos, nos presenta ventajas de seguimiento detallado; y se pretende comparar con otros tipos de programación como CPM, PERT o GANTT.

La representación gráfica de la línea de balance nos permite ilustrar mediante una sola línea el ritmo de trabajo que tiene una actividad, compararla con lo programado y con sus actividades subsecuentes.

¹ Marcela Vera Gómez

El método de la línea de balance es de gran utilidad cuando se trata de construcciones repetitivas, nos ofrece una comparación del tiempo vs unidades ejecutadas de las mismas características (igual cantidad e igual tiempo de ejecución).

En este artículo se pretende comparar los diferentes tipos de metodologías de programación como son CPM, PERT, GANTT con LDB o línea de balance y establecer las ventajas de cada uno de los métodos para que el lector evalúe lo más conveniente para sus proyectos.

Palabras claves: Programación de obra, construcción, línea de balance, seguimiento y control.

Abstract

The purpose of this article is to highlight the importance of work scheduling, monitoring, control and the mechanisms that best suit the type of project we are running.

Planning involves, among other things, define the content and logic of components for a work construction; programs were budgeted amounts of time and this is reflected in a schedule.

Most construction companies used programming methods as CPM, PERT, GANTT, regardless of work construction type they're running, these methods allow us to see a great utility giving an overview of the critical activities we can't delay, because it would delay the project final date and also allows us to manage activities clearances; but doesn't allow easy interpretation about the productivity of project resources; it means, reflect whether there are gangs of workers with downtime or what activities require more resources to make an efficient production.

The method of LDB is a topic that has been raised in recent times, detailed trace showing advantages, that is to compare with other types of programming as cpm, pert, etc.

The graphical representation of the baseline allows us to illustrate by a single line the pace of work that has an activity, compare the activity schedule and their subsequent activities.

LDB method is useful when dealing repetitive construction; because it offers us compare of execution time vs. executive units with the same features (same number and same runtime).

In this article shall aims to compare the different types of programming methodologies as cpm, pert, gantt and line balancing, also to establish the advantages of each method for the reader to evaluate the most convenient for their projects.

Keywords: Programming work, Construction, Lline balance, Monitoring and control.

1. Introducción

La programación de obra es una actividad de gran importancia en la planeación, seguimiento y control de los proyectos. Muchas empresas constructoras no le dan la importancia que merece este tema, permitiéndose iniciar un proyecto con una programación deficiente, sin identificar falencias, actividades críticas, posible deficiencia de recurso; pretendiendo solucionar estos problemas sobre la marcha, cuando de pronto no contamos con los recursos necesario en el mercado (por que no se tuvieron en cuenta desde el inicio del proyecto); esto se puede presentar no por falta de planeación sino también por falta de un método de identificación de posibles desfases de recurso o identificación de problemas.

Los métodos convencionales de programación, seguimiento y control de la programación de obra como son CPM, GANTT, PERT; entre sus ventajas esta que nos permite identificar las actividades relevantes del proyecto, es decir la ruta crítica; permite saber cuáles son las actividades que controlan el tiempo de duración de proyecto, el efecto de cualquier situación imprevista y sus consecuencias en la duración total del proyecto, conocer las diferentes órdenes de importancia en las actividades con base en sus predecesoras o sucesoras.

En proyectos de construcción específicamente en edificaciones de vivienda en altura o unidades individuales, donde es un prototipo que se repite n veces; contar con una metodología que nos ayude a identificar donde esta nuestro desbalance de recursos, en que actividades se pueden reducir recursos para aumentarlos en otras de tal forma que el proceso sea lo más eficiente posible.

La ventaja de la metodología de la línea de balance es que permite además de las anteriores mencionadas, analizar el comportamiento de un grupo de actividades repetitivas en una sola línea y por tanto representar un gran número de actividades en un documento más sencillo y fácil de comprender para la toma de decisiones; esta grafica muestra el ritmo de trabajo al cual deben ser realizadas las actividades para cumplir lo programado y cómo cada operación debe ser completada a un ritmo particular para que la subsecuente proceda al ritmo requerido.

Esta teoría ha sido estudiada a nivel mundial por diferentes autores como Carr y Meyer (1974) se apoyan en el trabajo realizado por Khisty para encontrar las cantidades de recursos necesarios en la LDB en cualquier momento en el transcurso del proyecto; O'Brien (1975 y 1984) concluyó que los edificios de tipo repetitivo se programan mejor con la LDB1.

En Colombia está siendo bastante difundida esta teoría por los Arquitecto Luis Fernando Botero Botero y Harlem Acevedo. En su artículo "Simulación de operaciones y línea de balance: herramientas integradas para la toma de decisiones", plantea simulaciones de esta técnica en edificios en altura asociados a la etapa de estructura, armado y fundida de muros y placa, se hace un análisis de los diferentes escenario y se compara tiempo y costos promedios de terminación del proyecto.

1 LORIA ARCHILA, José Humberto. Programación de obras con la técnica de la línea de balance. México. p. 4. 2008.

2. Planeación

Planeación es “El estudio y selección de alternativas sobre pronósticos de operaciones futuras”².

En los proyectos de construcción, se manejan diferentes técnicas de planeación; cada una de estas técnicas tiene sus ventajas y desventajas; teniendo en cuenta que cada proyecto es único es de vital importancia que se escoja la técnica que más se adapte a las particularidades del proyecto; de tal forma que sea el punto de partida para el seguimiento y control del proyecto.

La planeación de la obra es fundamental para que se pueda llevar un correcto seguimiento y control del proyecto y de esta forma tener éxito, obteniendo el porcentaje de utilidad esperado.

Entre los aspectos más relevantes para llevar a cabo una correcta planeación del proyecto se encuentran los siguientes:

- Estudios y diseños detallados
- Especificaciones técnicas
- Presupuesto: Cantidades de obra, costos
- Recursos disponibles: maquinaria, equipo, mano de obra, materiales
- Entorno de trabajo: disponibilidad de terreno, de mano de obra, relaciones públicas, políticas, sociales, proveedores.
- Duración del proyecto, fecha de entrega de la obra.
- Programación de obra: lista de actividades, secuencias y modelo a utilizar
- Organigrama del proyecto

Programación

La programación es el método para establecer la duración, costos y plazos de las actividades de la planificación, adjudicando a cada uno de los pasos fechas de construcción y destacar las relaciones que existen entre ellas ³.

Los métodos más utilizados en la programación de obra esta:

- CPM
- GANTT
- PERT
- LDB

2 SUAREZ SALAZAR, Carlos. Administración de empresas constructoras. México, 2008. p. 55

3 CUMSILLE MENDOZA, Paula Francisca. Programación de obras repetitivas con singularidades. Chile: Colombia: 2006. P.4

A continuación se presenta un cuadro comparativo que nos muestra las características de estos tipos de programación.

Cuadro Comparativo Metodologías de Programación

	CPM	GANTT	PERT
DESCRIPCION	<p>Considera al proyecto como un conjunto de actividades relacionadas entre sí, que pueden representarse visualmente por medio de un diagrama de red, que tiene la finalidad de determinar la ruta crítica de un proyecto</p>	<p>Consiste en predeterminar las actividades principales así como su duración y representarlas a cierta escala de manera que a cada actividad le corresponde un reglón de la lista, que a la vez establece el orden de ejecución de la actividad, situando la barra en a lo largo de una escala de tiempos efectivos.</p>	<p>Es una técnica de programas se representa un proyecto por una red de nodos y flechas; los nodos circulares representan los eventos a realizar y las flechas las actividades que se requieren para pasar de un evento a otro.</p>
VENTAJAS	<p>Define interrelaciones y precedencias entre las actividades.</p> <p>Se analiza los tiempos (tempranos y tardíos) de programación de cada actividad. Con estos tiempo se determina las actividades que nos marcaran la fecha de terminación de la obra es decir LA RUTA CRITICA.</p> <p>Se puede determinar las necesidades de recursos en cualquier momento.</p> <p>Permite programar más lógicamente.</p>	<p>Simplicidad en la interpretación.</p> <p>Flexibilidad al cambio</p> <p>Representa con claridad todas las actividades a realizar.</p> <p>Es representativa en tiempo</p>	<p>Planifica y organiza el cronograma de un proyecto detalladamente.</p> <p>Seguimiento detallado de las actividades.</p> <p>Permite verificar el tiempo de cada actividad para no alterar la finalización</p>

<p>DESVENTAJAS</p>	<p>Difícil interpretación.</p> <p>Si se comete un error afecta toda la red y por ende el resultado del proyecto.</p>	<p>La predeterminación de las actividades principales, como su tiempo de ejecución se basan únicamente en la experiencia e intuición del programador.</p> <p>No muestra explícitamente relación entre actividades, ni precedencias, ni las actividades críticas que nos marcan la terminación de la obra.</p> <p>No resalta sucesos de gran importancia</p>	<p>Las estimaciones del tiempo de la actividad son algo subjetivas y dependen del juicio.</p> <p>En casos donde hay poca experiencia en la ejecución de una actividad, los números pueden ser solamente una conjetura.</p> <p>Subestima constantemente el tiempo previsto de la terminación del proyecto.</p>
<p>CONTROL DE LA PROGRAMACION</p>	<p>A medida que el proyecto avanza, estos estimados se utilizan para controlar y monitorear el progreso.</p> <p>Si ocurre algún retardo en el proyecto, se hacen esfuerzos por lograr que el proyecto quede de nuevo en programa cambiando la asignación de recursos.</p>	<p>El control se realiza comparando y resaltando el avance en las barras.</p>	<p>Como la ruta crítica esta bien definida se le hace seguimiento a estas actividades, adicionando recurso si es el caso.</p>

Cuadro 1. Cuadro comparativo metodologías de Programación.

3. Programación con Línea de Balance

La industria de la construcción inmobiliaria depende esencialmente de la eficiencia de sus procesos, en los que el costo unitario de los inmuebles puedan entrar a competir en un mercado amplio con calidad, cantidad y precio. La planeación y programación de esta clase de industria, se basa en el aprovechamiento de la capacidad disponible de recurso y su eficiencia para cumplir con calidad y tiempo a los clientes. Por tanto establecer el mecanismo de planeación que mas se adapte a los requerimientos del mercado y lo exigente de los clientes se vuelve indispensable para la empresa constructora hoy en día.

LDB es una técnica de programación que permite mostrar el trabajo que se realiza en un proyecto de construcción como una sola línea o barra, en una Gráfica.

La programación con LDB está siendo usada en proyectos donde se construyen unidades repetitivas; para el caso de una empresa constructora de vivienda se implementa en casas y apartamentos en edificaciones en donde cada vivienda es una unidad que se repite n veces tan grande sea el proyecto.

El objeto es analizar en cada unidad de vivienda el orden lógico, disposición de recursos de las actividades anteriores y posteriores y de esta forma establecer un factor multiplicador, identificando los recursos que están quedando ociosos y también donde hace falta de tal forma que se pueda balancear y no tener pérdidas.

Este método se representa por medio de barras colocada en diagonal dependiendo de la duración, las cuales se pueden correr; modificando los rendimientos de acuerdo a nuestra conveniencia; estas barras no se pueden cruzar ya que quiere decir que hay conflictos técnicos. Adicionalmente se puede ver la fecha de inicio y terminación de cada actividad, determinando cuando termina una y puede empezar otra.

Aspectos que se deben tener en cuenta:

- Plena identificación de las actividades
- Estimación de la duración en días de cada actividad
- Establecer escala de tiempo donde todas las actividades serán realizadas
- Establecer el método de trabajo o plan.

El propósito del método de programación con línea de balance es como su nombre lo indica balancear el rango del progreso de cada actividad, así como planear actividades para eliminar tiempos perdidos por que pueden ser utilizados en otras actividades o en su defecto, adelantados a su plan inicial.

Se presenta en forma general la metodología práctica de la línea de balance, citando algunas referencias para mostrar las ventajas de esta metodología.

El presente ejemplo consiste en la construcción de 10 casas; con 7 actividades de la construcción.

Calculo de la línea de balance									
N.	Actividad	Duración t : días	Tiempo de n-1 casa T : días	Holgura	Tipo de holgura	Inicio de la casa 1		Inicio de la casa 10	
1	Cimentaciones	5	45	2		0 (inic activ)	0	0+45=	45
2	Muros	8	72	3	Inicio	0+5+2=	7	7+72=	79
3	Pisos	6	54	2	Fin	90-54=	36	79+8+3=	90
4	Redes 1	3	27	1	Fin	98-27=	71	90+6+2=	98
5	Acabados	5	45	2	Inicio	71+3+1=	75	75+45=	120
6	Redes 2	2	18	1	Fin	127-18=	109	120+5+2=	127
7	Fachadas	4	36		Inicio	109+2+1=	112	112+36=	148

Total tiempo del proyecto= 148+4=152 días. Aproximadamente 30 semanas de 5 días por semana

Tabla 1. Calculo de la línea de balance⁴

Columna 1 : Lista de actividades

Columna 2 : Duración en días de cada actividad

Columna 3 : Tiempo para cada actividad n-1; n = numero de unidades que se construirán

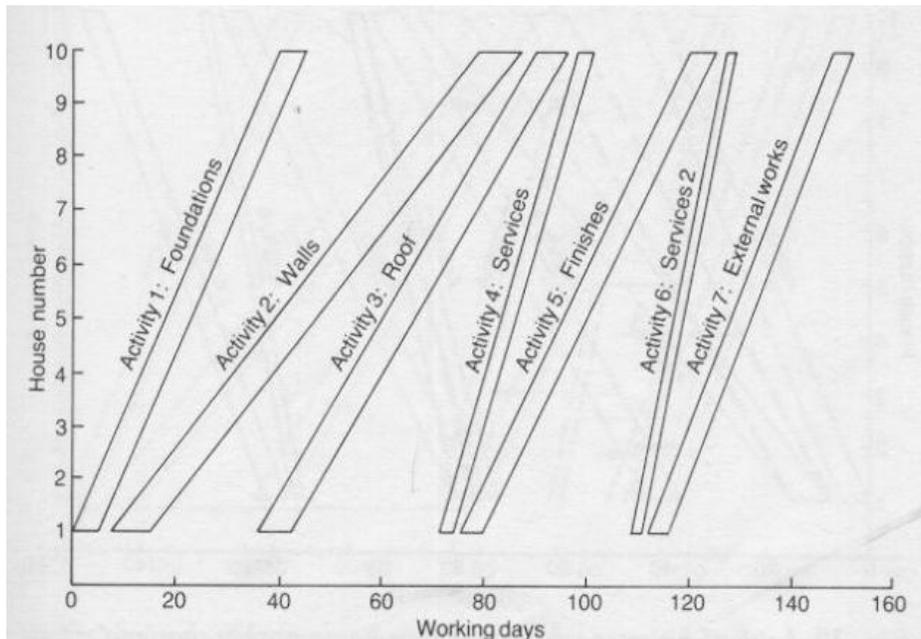
Columna 4 : Holgura de cada actividad

Columna 5 : Tipo; inicio o fin

Columna 6 : Calculo de cada actividad inicio o fin. Actividad 1 empieza de cero (incluyen holguras)

Columna 7 : Calculo de cada actividad inicio o fin. Actividad 1 termina en 45 (incluyen holguras)

La línea de balance resultante es el siguiente:



4 Neal, Richard H. y Neal, David E. citado por Pérez Cervantes Julio Cesar. Técnicas de Planeación. p. 26.

Figura 1. Neal, Richard H. y Neal, David E. citado por Pérez Cervantes Julio Cesar. Técnicas de Planeación. p. 27

En la Figura 2 el eje “x” representa el tiempo y el eje “y” el número de unidades. Sin embargo, en la LDB se pueden representar unidades de trabajo tales como metros lineales, m² y m³, o inclusive las tres al mismo tiempo en el eje “y”, cada una para una operación diferente.

De acuerdo a esta grafica se entra a analizar el comportamiento de cada actividad. En este caso las actividades 2 y 4 esta desbalanceada; y se toman las decisiones correspondientes para solucionar la situación; disminuyendo el tiempo y aumentando productividad.

Otro autor nos ilustra el control que se hace de acuerdo al avance de la obra. La grafica nos muestra el avance real de cada actividad a una fecha de corte determinada. Se puede determinar una fecha probable de terminación del proyecto de acuerdo al ritmo real de trabajo o realizar ajustes para cumplir con las fechas requeridas.

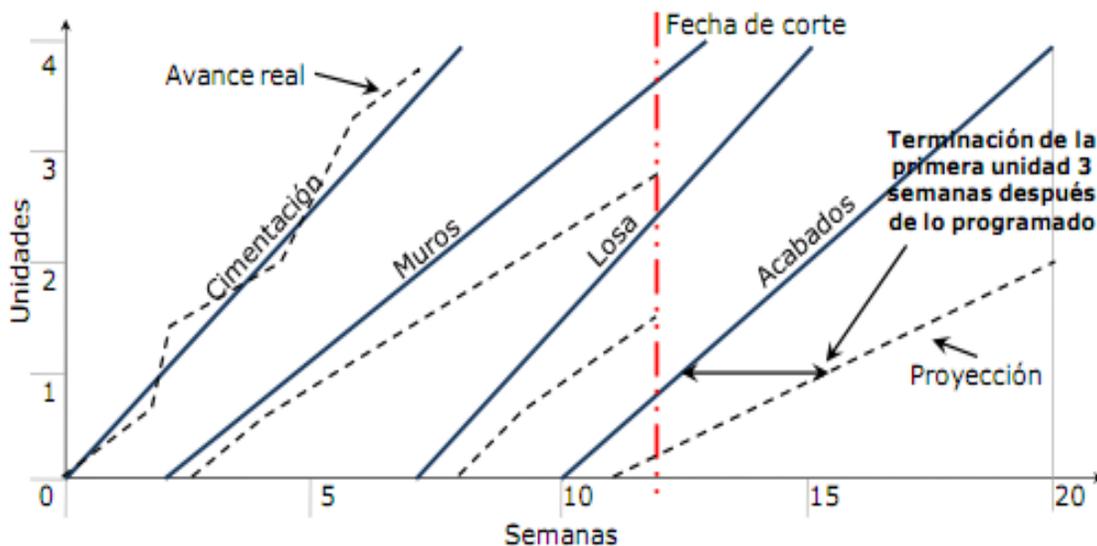


Figura 3. Loria Arcila, José Humberto. Programación de obras con la técnica de la línea de Balance. México. p. 8

La grafica de línea de balance de la Figura 3, tiene corte a la semana 12 y se puede apreciar que los muros y la losa están retrasadas, pero el ritmo de trabajo ya esta graficado por tanto si se quiere cumplir con el cronograma se debe incrementar la producción de muros, losas y acabados.

4. Conclusiones

Al contar con una programación que refleje en forma detallada y fácil de comprender en donde se están presentando los retrasos o los problemas de recurso, es posible tomar decisiones a priori respecto de la construcción, con el propósito de eliminar la mayor cantidad posible de sobrecostos en la ejecución del proyecto.

La obtención de una metodología aplicada a proyectos de características repetitivas, permite contar con una herramienta muy importante para satisfacer dos aspectos del proyecto como son evitar costos adicionales en la construcción y cumplir con los plazos de construcción establecidos cumpliendo con la calidad y satisfacción de nuestros clientes.

Al hacer la comparación de las metodologías más utilizadas de programación se puede concluir que para el caso de construcciones repetitivas la opción más acertada es la metodología de la línea de balance principalmente porque permite una nivelación de recursos por actividad desde el inicio del proyecto; también permite identificar en el avance los desfases que se van presentando para tomar los correctivos necesarios.

Muchas empresas constructoras de edificaciones poseen su propio equipo de programadores de sistema que integran los procesos de la compañía como son presupuesto, compras, almacenes, maquinaria y equipos, seguimiento y control de sus obras; por tanto resultaría conveniente evaluar la incorporación de esta técnica para el control y seguimiento de las programaciones de los proyectos.

5. Bibliografía

LORIA ARCILA, José Humberto. Programación de obras con la técnica de la línea de Balance. México. 2008.

PEREZ CERVANTES, Julio Cesar. Planeación y control de obra del Instituto de Religión Tampico: propuesta de análisis y evaluación de planeación estratégica y riesgo. México. 2004.

SUAREZ SALAZAR, Carlos. Administración de empresas constructoras. México. 2008.

CUMSILLE MENDOZA, Paula Francisca. Programación de obras repetitivas con singularidades. Chile. 2006.

BOTERO BOTERO, Luis Fernando y ACEVEDO AGUDELO Harlem. Simulación de operaciones y línea de balance: herramientas integradas para la toma de decisiones. Colombia. 2011.