

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PROGRAMACIÓN DE UN CENTRO EDUCATIVO UBICADO EN PUENTE

PIEDRA EMPLEANDO LA HERRAMIENTA DE LINEAS DE BALANCE

Trabajo de investigación para la obtención del grado académico de BACHILLER

EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

AUTORES:

Puquio Palacios, Alexander

Zamora Rivera, Caleb

Collantes Pacheco, Jose Carlos

Arce Orellana, German Alberto

Morales Balcazar, Luis Antonio

ASESOR:

José Félix Alejandro Benavides Vargas

Lima, Diciembre, 2020

RESUMEN

Con el pasar de los años y debido a la gran demanda en la ejecución de obras, el sector de la construcción ha aumentado la competitividad y la optimización de dicho sector, requiriendo así un mayor control de los materiales de construcción y de programación de obras, ya que son influyentes en el costo directo de una obra. Con el fin de mejorar el control y la optimización de la ejecución de obras, se desarrollaron filosofías de construcción y herramientas de planificación tal como son las Líneas de Balance, los cuales son un sistema de gestión basada en la localización que nos permite visualizar, de una manera muy amigable y eficiente, el ritmo de trabajo con el cual se deben de realizar todas las actividades, la interacción entre las mismas y el impacto que puede conllevar el retraso o adelanto de una actividad sobre la actividad antecedente o consecuente. Por tal motivo, el presente proyecto de investigación desarrolla su atención en la aplicación de la metodología de programación de un proyecto con Líneas de Balance, aplicado en la construcción de un Centro Educativo de 2 niveles. Para ello, en primer lugar, se define el avance y rendimiento de las cuadrillas de trabajo para el desarrollo de las actividades seleccionadas. Asimismo, se identifican y eliminan los conflictos generados por los cuellos de botella. Luego, se realizan las Líneas de Balance y se comprueba la teoría de considerar dicha herramienta como una forma más simple y fácil de evaluar en comparación al diagrama Gantt. Por último, se analiza el beneficio del uso de las Líneas de Balance en nuevos proyectos de edificaciones.

CONTENIDO

1. GENERALIDADES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	1
1.3 ALCANCE	2
1.4 OBJETIVOS.....	2
1.4.1 <i>Objetivo General.</i>	2
1.4.2 <i>Objetivos Específicos.</i>	2
1.5 METODOLOGÍA	3
1.5.1 <i>Generalidades del proyecto.</i>	3
1.5.2 <i>Calendarización.</i>	3
1.5.3 <i>Selección de actividades.</i>	3
1.5.4 <i>Calendario meta.</i>	4
1.5.5 <i>Cálculo de velocidades.</i>	4
1.5.6 <i>Líneas de balance.</i>	5
1.5.7 <i>Ejecución y seguimiento.</i>	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 FILOSOFÍA LEAN	6
2.2 FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCCIÓN	6
2.3 DIAGRAMA DE GANTT.....	7
2.3.1 <i>Ventajas y desventajas del diagrama de Gantt.</i>	8
2.4 LÍNEAS DE BALANCE	9
2.4.1 <i>Usos de las líneas de balance.</i>	10
2.4.2 <i>Ventajas y desventajas.</i>	11
3. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE LÍNEAS DE BALANCE EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN	13
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	13
3.2 DATOS DEL PROYECTO	14

3.3 PLANTEAMIENTO DEL CRONOGRAMA Y DISCUSIÓN CRÍTICA.....	14
3.3.1 Estructura de división por localización (LBS).....	14
3.3.2 Selección de tareas del programa.....	16
3.3.3 Cantidades por localización y recursos.....	17
3.3.4 Cálculo de los tiempos de duración de las tareas.....	17
3.3.5 Secuencia de las actividades.....	19
3.3.6 Diagrama de Gantt.....	22
3.3.7 Grafica de las líneas de balance.....	24
3.3.8 Análisis y discusión de los gráficos.....	25
3.3.8.1 Comparaciones entre las líneas de balance y el diagrama de Gantt.....	25
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
5. BIBLIOGRAFÍA.....	28
6. ANEXOS.....	31

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1-1: Esquema del cálculo de velocidad para un proyecto.</i>	4
<i>Figura 1-2: Ejemplo de líneas de balance.</i>	5
<i>Figura 1-3: Ejemplo de comparación de las líneas de balance proyectado y de la ejecución real.</i>	6
<i>Figura 2-1: Diagrama Gantt de un proyecto.</i>	8
<i>Figura 2-2 Líneas de balance vs el avance real de una edificación.</i>	11
<i>Figura 3-1 Vista 3D del Proyecto.</i>	13
<i>Figura 3-2 Plano de arquitectura de la primera planta del centro educativo.</i>	14
<i>Figura 3-3 Sectorización de la planta del proyecto.</i>	15
<i>Figura 3-4 Líneas de balance.</i>	15
<i>Figura 3-5 Conflicto de actividades.</i>	20
<i>Figura 3-6 Tren de actividades.</i>	21
<i>Figura 3-7: Diagrama Gantt del proyecto.</i>	23
<i>Figura 3-8 Diagrama Gantt del proyecto por hitos generales.</i>	24
<i>Figura 3-9 Líneas de balance del proyecto de la unidad escolar.</i>	24
<i>Figura 3-1 Líneas de balance del proyecto de la unidad escolar.</i>	25

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 3.1: Estructuración de división de localización del proyecto.</i>	16
<i>Tabla 3.2: Actividades seleccionadas y las partidas principales que agrupa.</i>	16
<i>Tabla 3.3: Metrado de actividades tomando en cuenta las partidas representativas.</i>	18
<i>Tabla 3.4: Cálculo de duración de actividades.</i>	19
<i>Tabla 3.5: Cuadro resumen de tiempos de ejecución para cada actividad.</i>	19
<i>Tabla 3.6: Calendario de actividades del proyecto</i>	20
<i>Tabla 3.7: Velocidades de ejecución de cada actividad (pendientes).</i>	22

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

En los últimos años, la industria de la construcción ha presentado un avance en el uso de las filosofías de construcción; por ejemplo, lean construcción, BIM, etc. Sin embargo, en nuestro medio los proyectos presentan problemas de programación de obras que no cumplen con los plazos de entrega del proyecto, por lo cual, la rentabilidad del proyecto disminuye, y su costo aumenta debido a las penalidades y adicionales de obra.

La presente investigación está enfocada en la aplicación de las Líneas de Balance bajo la filosofía Lean Construction, como una herramienta de planificación y programación que será aplicada en un proyecto de construcción de un pabellón de un centro educativo ubicado en el distrito de Puente Piedra. Además, con los resultados obtenidos, se medirá la comparación de eficiencia lograda al momento de utilizar esta metodología frente a una herramienta tradicional de planificación como lo es el diagrama de Gantt.

1.2 Justificación

Actualmente, el sector de la construcción ha aumentado la competitividad debido a la gran demanda de ejecución de obras. Para mostrar competitividad en el sector se requiere un gran control de los materiales de construcción y de programación de obras, ya que son influyentes en el costo directo de una obra. Por este motivo, se requiere implementar filosofías de construcción y el uso de herramientas de planificación como lo es las Líneas de Balance.

1.3 Alcance

La presente investigación está orientada en la implementación de la técnica de programación y planeamiento de las Líneas de Balance bajo la Filosofía Lean Construction en un proyecto de un pabellón de un centro educativo, así como su respectiva comparación frente a la herramienta del diagrama de Gantt. Para el desarrollo del trabajo de investigación, primero se realizará la calendarización, la cual permite observar y contemplar los días laborales. Luego, se realizará la selección de actividades que se realizará en el proyecto. Después, se determinará el calendario meta, en el cual definiremos las fechas de inicio y fin. Por último, se calculará los rendimientos y ratios para la elaboración de Líneas de Balance.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General.

- Programación de un Centro Educativo de 2 niveles, aplicando la metodología de Líneas de Balance.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Controlar el avance y rendimiento de las cuadrillas de trabajo contratadas para el desarrollo de las actividades
- Identificar y eliminar los conflictos generados por los cuellos de botella
- Comprobar la teoría de considerar la herramienta de Línea de Balance como una forma más simple y fácil de evaluar
- Analizar el beneficio del uso de las Líneas de Balance en nuevos proyectos de edificaciones

1.5 Metodología

La metodología a seguir de Líneas de Balance considera un tipo de procedimiento que consta de las siguientes etapas: Generalidades del proyecto, calendarización, selección de actividades, calendario meta, cálculo de velocidades, líneas de balance, ejecución y seguimiento.

1.5.1 Generalidades del proyecto.

Para comenzar la aplicación del concepto de las líneas de balance es necesario conocer las características principales del proyecto: ubicación, el tipo de vivienda, cantidad de pisos, la fecha de inicio del proyecto, entre otros. Estos datos son importantes para conocer los inconvenientes que se pueden dar, como la accesibilidad del proyecto, la demora en que pueden llegar los materiales, la fecha inicio de la construcción con el fin de elaborar el cronograma maestro, etc.

1.5.2 Calendarización.

Es importante conocer las fechas de feriados que se presentan en el país o en la región donde se ejecutará el proyecto. Esto con el fin de contemplar solo los días que se pueden laborar, los cuales son datos importantes para elaborar un calendario del proyecto más acertado a la realidad.

1.5.3 Selección de actividades.

Se seleccionan las actividades que influyan más en el proyecto. Se puede realizar al nivel de detalle que se prefiera; sin embargo, se recomienda agrupar las actividades que se relacionan entre sí. Por ejemplo, en la elaboración de losas intervienen diferentes actividades como colocación de mallas de acero, elaboración de encofrados

de losa, entre otros. Todas estas actividades mencionadas se pueden agrupar en una actividad llamada “losa”.

1.5.4 Calendario meta.

Luego de definir las actividades, se procede a determinar las fechas de inicio y fin para cada actividad. Asimismo, se determina la cantidad de semanas y/o días que se tomará para realizar cada actividad. Para contemplar todos estos datos se utilizó el programa Excel.

1.5.5 Cálculo de velocidades.

Se determina la velocidad (también llamado ritmo “r”), el cual es la pendiente que relaciona el número de días y número de pisos, el cual se puede apreciar en la siguiente imagen y en la siguiente ecuación.

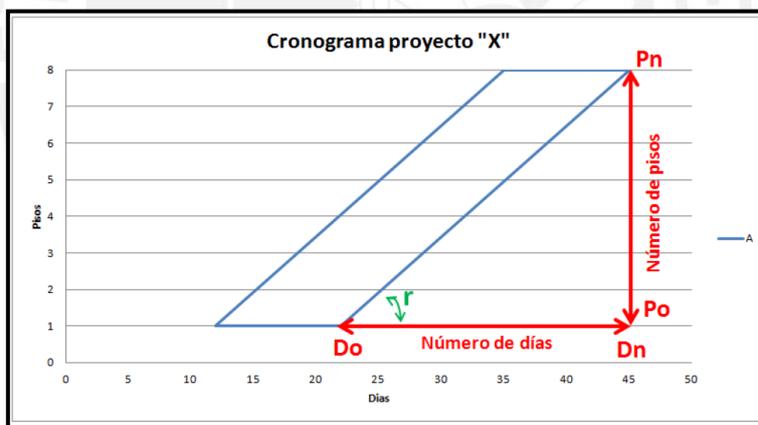


Figura 1-1: Esquema del cálculo de velocidad para un proyecto.

Fuente: Sepúlveda, M. (2017). *Aplicación del Método Líneas de Balance al Sistema Last Planner en Proyectos de Construcción Horizontal*.

$$Velocidad = \frac{\text{número de pisos}}{\text{periodo de tiempo}} = \frac{Pn - Po}{Dn - Do + 1}$$

Asimismo, una vez hallada la velocidad, se determina el rendimiento (m²/día y/o m²/semana, kg/día, etc.) mediante la siguiente fórmula.

$$\text{rendimiento} = \text{velocidad} \times \sum \text{metros por piso}$$

De la misma forma se determina el ratio (HH/kg, HH/m², etc.) mediante la siguiente ecuación.

$$\text{ratio} = \frac{\text{jornada(horas)} \times \# \text{de personas por cuadrilla} \times \# \text{de cuadrillas}}{\text{rendimiento}}$$

Estos parámetros se calculan para cada actividad y se almacenan en una tabla, para ello se utilizó el programa Excel.

1.5.6 Líneas de balance.

Con los datos hallados anteriormente, se construye la gráfica que representa las líneas de balance haciendo uso de las herramientas del programa Excel.

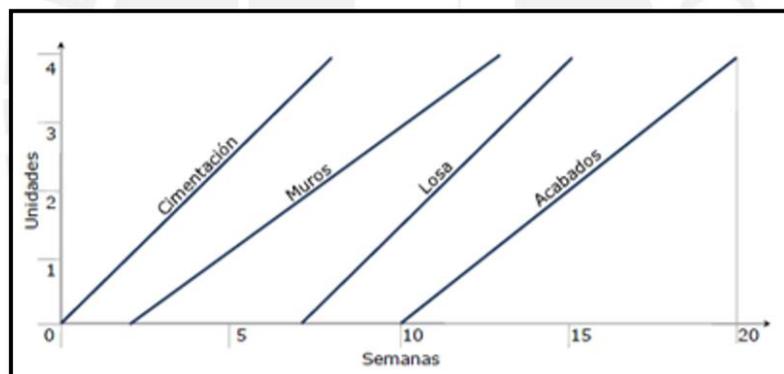


Figura 1-2: Ejemplo de líneas de balance.

Fuente: Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5216/521653370003/html/index.html>

1.5.7 Ejecución y seguimiento.

En la ejecución de la obra, es importante hacer un seguimiento a los diagramas de línea de balance y, asimismo, hacer un gráfico de las líneas de balance de la ejecución real con el fin de comparar e identificar las posibles causas de los desfases y tomar medidas correctivas.

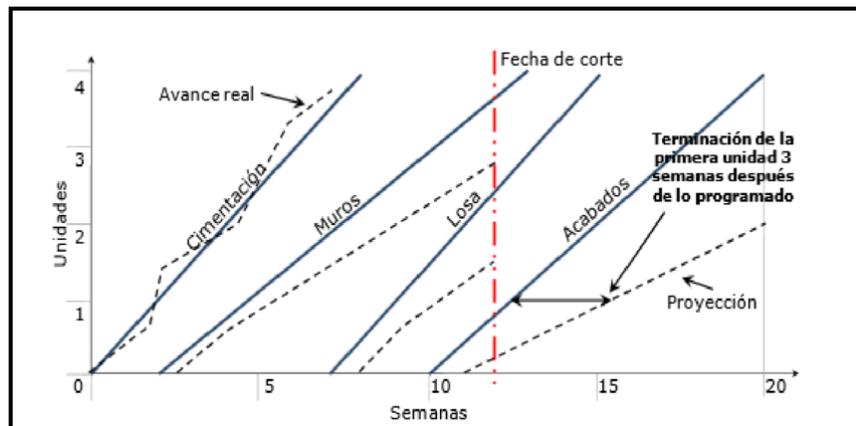


Figura 1-3: Ejemplo de comparación de las líneas de balance proyectado y de la ejecución real.

Fuente: Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5216/521653370003/html/index.html>

2. MARCO TEÓRICO

2.1 FILOSOFÍA LEAN

Las primeras aplicaciones de la filosofía lean se remonta en Japón en las industrias de Toyota en sus sistemas de producción. Esta se base en la producción de cantidades bajas a un costo menor empleando la reducción o eliminación del desperdicio y de la mejora continua de la cadena de producción. Debido a los bueno resultados obtenidos de Toyota en el mercado automotriz su filosofía de producción fue estudiada y fue promulgada con la denominación de Lean Production. Esta posee un enfoque principal en la reducción de los tipos de desperdicios generados en la cadena de producción y su finalidad es en eliminar o reducir los elementos que no agregan de manera positiva en materiales, tiempo, almacenamiento, inventario, etc.

2.2 FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCCIÓN

El Lean Construction surgió de la adaptación del Lean Production, pero tuvo dificultades debido a la variabilidad de factores que posee un tipo de proyecto y de la idea de conversión de los materiales a un producto final. Por ello, en la industria de la construcción se considerará como un flujo de materiales y recursos para obtener un producto y de esta manera aplicar los principios de la filosofía Lean.

La filosofía Lean Construction busca solucionar los problemas en los costos, plazos de ejecución y productividad en los proyectos de construcción para lograr dicho objetivo se propone generar un sistema de producción efectivo que tiene que cumplir con 3 objetivos básicos: asegurar que los flujos no paren, flujos eficientes y lograr procesos eficientes.

2.3 DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de Gantt es un cronograma de barras, el cual fue creado por el ingeniero norteamericano llamado Henry L. Gantt. Dicho diagrama desarrolla la programación de las actividades a realizar en la construcción por medio de un encadenamiento de las mismas.

El diagrama de Gantt presenta las actividades del proyecto en el eje vertical y el tiempo de ejecución de cada actividad en el eje horizontal. Cada actividad a realizar se representa por una barra rectangular de la cual su longitud representa la duración que tomará llevarla a cabo. La secuencia de actividades que genera la mayor duración en su realización se denomina ruta crítica, la cual representa el tiempo más corto en el que es posible realizar el proyecto. Esta ruta se suele sombrear de un color diferente a los demás tal como se puede apreciar en el siguiente ejemplo.

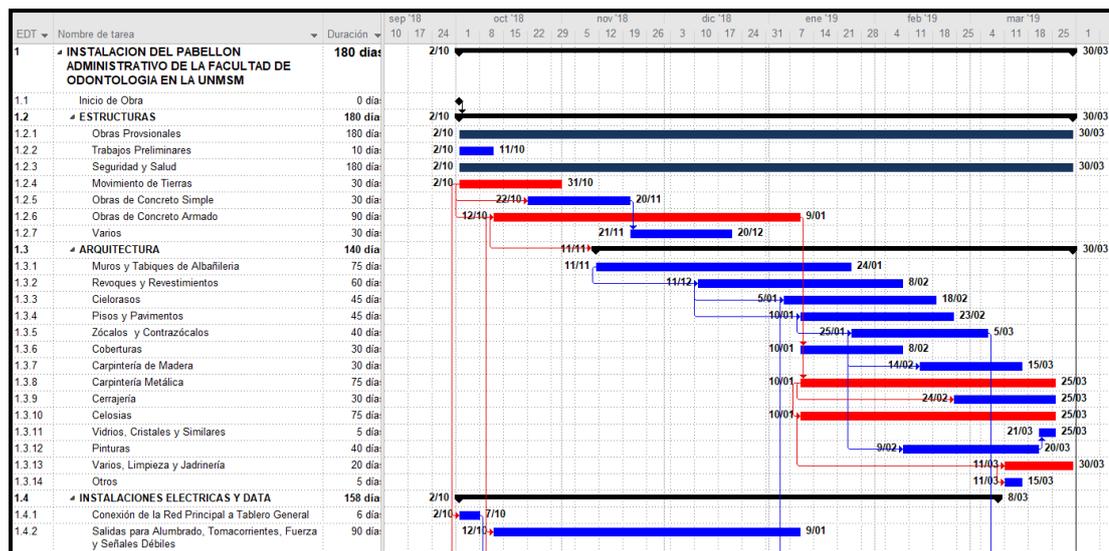


Figura 2-1: Diagrama Gantt de un proyecto.

Fuente: Propia.

2.3.1 Ventajas y desventajas del diagrama de Gantt.

Ventajas

Las ventajas que nos brinda el diagrama Gantt son las siguientes:

- La interpretación y la lectura del diagrama Gantt es bastante simple.
- Posee la posibilidad de agregar y relacionar más información a su presentación, como, por ejemplo, costos, disponibilidad y accesibilidad de recursos, etc.
- Son muy eficaces en las primeras etapas de la programación. También, son bastante eficaces cuando las actividades del proyecto son relativamente simples.
- Facilitan el seguimiento de las tareas que se realizan en el proyecto.

Desventajas

La aplicación del diagrama Gantt posee algunas limitaciones, las cuales se mostrarán a continuación:

- El diagrama de Gantt relaciona las actividades y el tiempo que tomara realizarlo; sin embargo, dicho diagrama no toma en cuenta la localización.
- Cuando una actividad se repite “x” veces en la realización del proyecto, también se repiten x veces en la elaboración del cronograma y en cada una de ellas se tienen que asignar los recursos.
- Se dificulta la visualización del flujo de producción del proyecto.
- La optimización del cronograma es difícil, ya que al corregir un flujo este altera otro flujo, el cual es difícil de percibir.
- Al ser el diagrama muy extenso, genera una mayor probabilidad de que ocurra un error humano, ya que la relación entre distintas tareas se puede presentar por varias hojas.

Finalmente, es importante mencionar que muchas de las carencias que presenta el diagrama de Gantt pueden suplirse con ayuda de otras técnicas como PERT o CPM, los cuales, en términos de planificación y recurso, se complementan muy bien con el diagrama Gantt.

2.4 LÍNEAS DE BALANCE

Las Líneas de Balance es un método de programación en el que se muestra las actividades que se realizarán en un proyecto por medio de gráficas representadas con líneas. En el eje vertical se muestra la localización de donde se realizarán las actividades, en este caso, se dividirá por niveles (1er piso, 2do piso, etc.), y en el eje horizontal, se muestra el tiempo. Asimismo, es importante mencionar que las pendientes de las líneas de balance representan las velocidades de realización de los trabajos, lo cual es muy útil para el control del avance de obra, ya que si la pendiente es muy baja quiere decir que los trabajos no se culminarán de acuerdo a lo programado, y si la pendiente es muy alta, quiere decir que se está avanzando a

grandes pasos a lo programado, lo que significa que en algún momento se quedarán con tiempos muertos. Las líneas de balance se enfocan en la producción global más que la local, por ello no describe a gran detalle las actividades. Además, siempre se busca que las líneas de balance posean la misma pendiente, ya que de esa forma es más fácil detectar las restricciones y realizar una mejor programación semanal, lo cual ocasionaría el aumento del porcentaje de actividades cumplidas.

2.4.1 Usos de las líneas de balance.

Las líneas de balance son utilizadas principalmente en los siguientes aspectos:

- **Planificación:** Se programan los plazos del cronograma, la ruta crítica, y se establecen las fechas de inicio y fin de los hitos.
- **Reprogramación:** Se acorta la duración del proyecto acorde a una fecha.
- **Control:** Consiste en llevar el control de un proyecto, con el fin de corregir las actividades que generen más tiempo y más costo de lo proyectado. Esto sucede cuando existe retraso y, también, cuando se adelanta demasiado (genera tiempos muertos). El control se puede aplicar de dos modos: control en el avance y control del rendimiento.

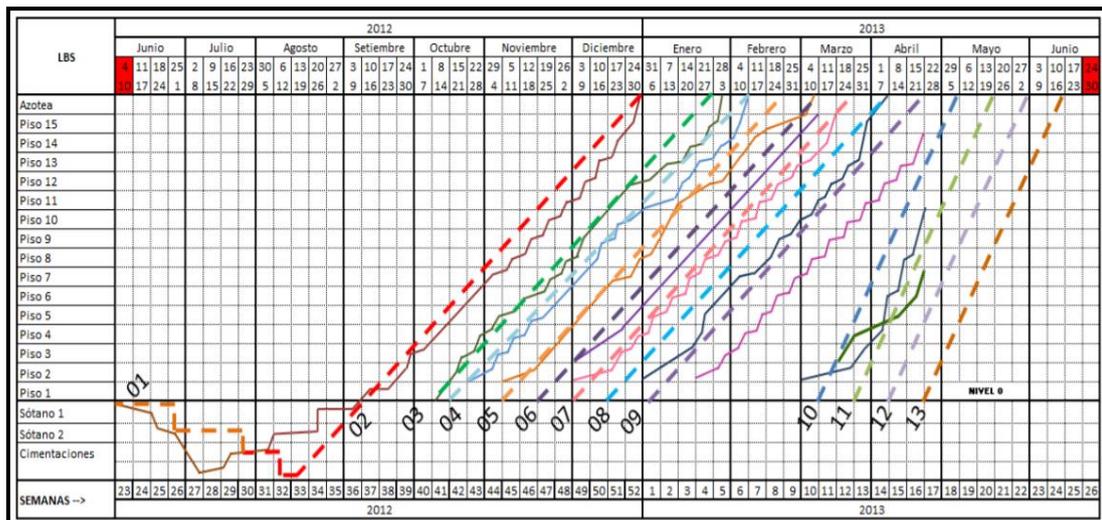


Figura 2-2 Líneas de balance vs el avance real de una edificación.

Fuente: Orihuela, P., & Estebe, D. (2013). APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LA LÍNEA DE BALANCE A LA PLANIFICACIÓN MAESTRA

Asimismo, la información que se puede recopilar a partir de las líneas de balance son las siguientes:

- Actividades programadas para una determinada locación y tiempo
- Tiempos tecnológicos entre actividades sucesoras
- Velocidades de producción
- Comparación entre velocidades de producción
- Discontinuidades entre actividades
- Dependencias entre actividades
- Hitos y puntos críticos
- Comparación de los programas planeados, reales y proyectados

2.4.2 Ventajas y desventajas.

Ventajas

Al aplicar las medidas de control haciendo uso de las líneas de balance se pueden apreciar ciertas ventajas. Dichas ventajas se pueden observar en 3 aspectos:

a) Control de espacio:

- Se visualiza todo en una sola vista.
- Se realiza una mejor utilización del sitio.
- Se realiza una sola actividad común en muchos locales.

b) Control de tiempo:

- Se puede observar rápidamente cualquier error y se puede corregir a tiempo.
- Se puede reducir la duración del proyecto sin necesidad de correr riesgos.

c) Control de gestión:

- Se disminuye el riesgo en la realización de la programación.
- Se realiza una mejor gestión de los recursos.
- Se genera menos desperdicios.
- Siempre se posee los materiales necesarios para realizar una actividad.
- Se pueden visualizar los diferentes escenarios o alternativas.
- Se puede visualizar la relación entre el espacio y tiempo.
- Se realiza una mejor administración del tiempo.
- Transparente.

Desventajas

Las líneas de balance presentan dificultades en su aplicación, estas son las siguientes:

- El tiempo requerido para la aplicación de las líneas de balance es muy extenso, ya que usualmente se utiliza el programa Microsoft Excel. Sin embargo, se crearon softwares que facilitan su aplicación como por ejemplo DYNAProject.
- Los especialistas poseen temor y poca confianza al utilizar las líneas de balance. En su lugar, prefieren el uso del Diagrama Gantt.

Este problema se presenta debido a que la poca difusión de esta herramienta, hace que aún en la actualidad se siga presentando como un tema Tabú para los profesionales, quienes prefieren continuar empleando los tradicionales diagramas de barras. Esto trae como consecuencia, pocos profesionales instruidos en el tema y además, poca investigación para el desarrollo de nuevos softwares orientados a la aplicación de las LDB.

3. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE LÍNEAS DE BALANCE EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El centro educativo particular es un proyecto que tiene un área de terreno de 334.7 m² y de 670 m² de área techada. Está conformado por 2 pisos, de los cuales en cada piso se encuentran los siguientes ambientes: 2 aulas, 2 aulas informáticas, 1 baño y un corredor; además, hay áreas en las plantas intermedias exclusivas para el personal trabajador del centro educativo. El proyecto posee un sistema estructural dual (muros de concreto y pórticos) y se usara tabiquerías con un amarre tipo sogá.



Figura 3-1 Vista 3D del Proyecto
Fuente: Propia

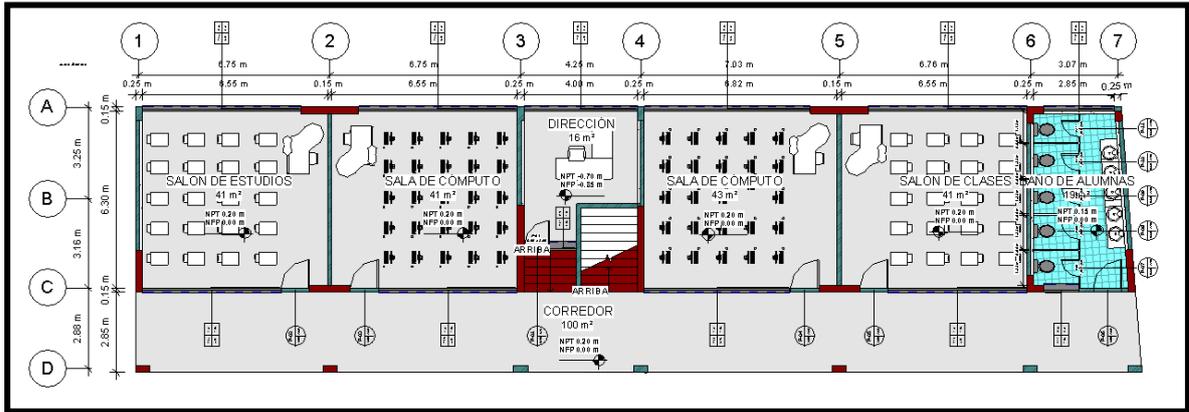


Figura 3-2 Plano de arquitectura de la primera planta del centro educativo.

Fuente: Propia.

3.2 DATOS DEL PROYECTO

Debido a la gran cantidad de actividades que se considera para métodos típicamente como el CPM (método de la ruta crítica) se vuelve complicado, ya que no se considera los errores típicos en proyecto de construcción. Por ello, se considerará y se fijará los hitos del proyecto más importantes, así mismo definiremos los tiempos según los rendimientos de las partidas como la cantidad de cuadrillas. Con los datos anteriores se realizará el diagrama de Gantt y las líneas de balance para realizar las comparaciones, ventajas y desventajas entre los dos métodos. Para realizar estas graficas se tendrá que realizar el planeamiento del proyecto de la construcción; para realizar este objetivo se dispondrá de los planos del proyecto y de los metrados por localización de las actividades más importantes.

3.3 PLANTEAMIENTO DEL CRONOGRAMA Y DISCUSIÓN CRÍTICA

3.3.1 Estructura de división por localización (LBS).

Primero se debe escoger una estructura de división adecuada para nuestro proyecto. Se definió primero una sectorización en cada nivel escogiendo los sectores con igual volumen de trabajo como se muestra en la figura 7. Sin embargo, cuando se realizó las líneas de balance con nivel de división se observó

una discontinuidad de las líneas de balance como se observa en la figura 8, ya que algunas tareas son dependientes o necesitan un tiempo de espera por su proceso constructivo; por ejemplo, para realizar el tarrajeo de cielorraso y vigas se tiene que esperar 21 días después del vaciado del concreto para desencofrar los elementos horizontales. Por ello, para obtener líneas continuas y paralelas se determinó una división por localización por pisos para la programación del proyecto.

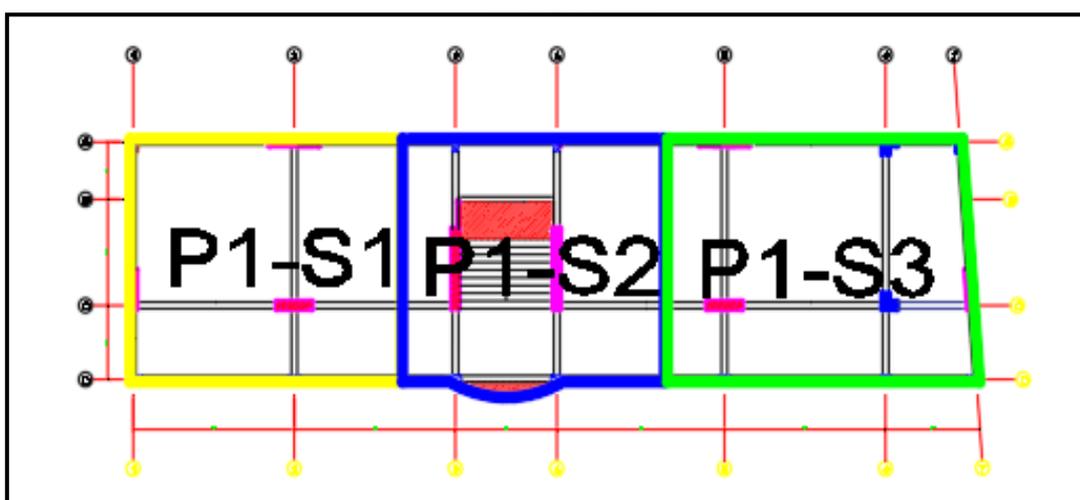


Figura 3-3 Sectorización de la planta del proyecto.

Fuente: Propia.

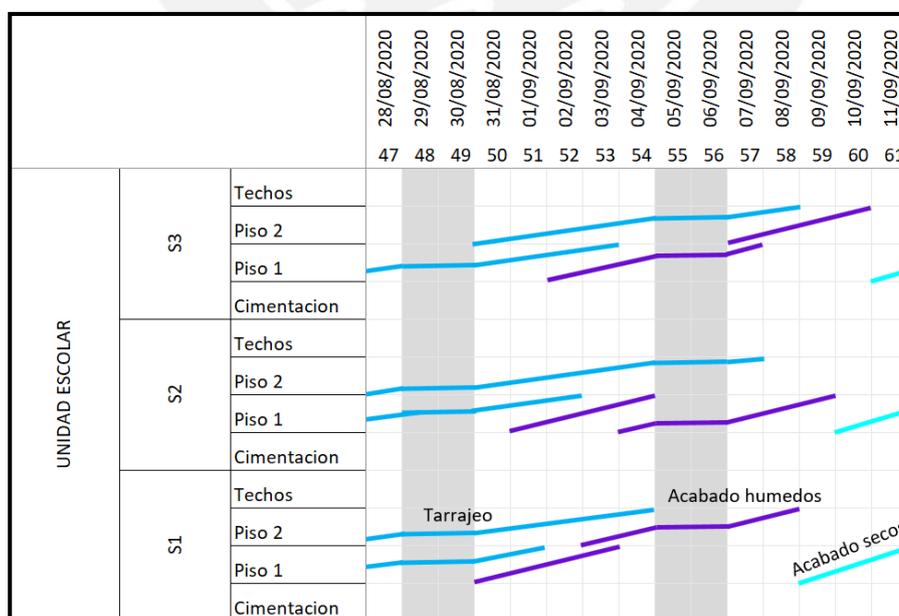


Figura 3-4 Líneas de balance.

Fuente: Propia.

Tabla 3.1: Estructuración de división de localización del proyecto.

PROYECTO	NIVEL
UNIDAD ESCOLAR	TECHO
	PISO 2
	PISO 1
	CIMENTACION

Fuente: Propia

3.3.2 Selección de tareas del programa.

Se elegirá las tareas con mayor importancia en el proyecto y según lo explicado en la sección 1.5.3 del capítulo 1. Las tareas seleccionadas se mostrarán en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Actividades seleccionadas y las partidas principales que agrupa.

ACTIVIDADES	PARTIDAS
CIMENTACIÓN	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES
	MOVIMIENTO DE TIERRAS
	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO-ZAPATAS
COLUMNAS Y PLACAS	OBRAS DE CONCRETO ARMADO-MUROS DE CONCRETO
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO-COLUMNAS
VIGAS Y LOSAS	OBRAS DE CONCRETO ARMADO-VIGAS
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO-LOSAS
TABIQUERÍA	MUROS DE LADRILLO KING KONG SOGA
	MUROS CON SISTEMA DE CONSTRUCCION EN SECO (SISTEMA DRY WALL)
	BARANDAS Y PARAPETOS
TARRAJEO	TARRAJEO EN INTERIORES
	TARRAJEO EN EXTERIORES
	TARRAJEO EN COLUMNAS
	TARRAJEO EN VIGAS
	TARRAJEO EN MUROS DE CONCRETO
	CIELORRASO
	VESTIDURAS DE DERRAMES
	TARRAJEO EN FONDO DE ESCALERA
ACABADOS HÚMEDOS	CONTRAPISOS
	PISOS
	ACABADO DE CONCRETO EN PISOS
	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS
	ZÓCALO
	CONTRAZÓCALO

ACABADOS SECOS	COBERTURAS
	MATERIAL IMPERMEABILIZANTE
	CARPINTERÍA DE MADERA
	CARPINTERÍA METÁLICA
	CERRAJERIA
	CERRADURAS
	ACCESORIOS DE CIERRE
	PINTURA DE CIELO RASOS, VIGAS, COLUMNAS Y PAREDES

Fuente: Propia.

3.3.3 Cantidades por localización y recursos.

Con las tareas seleccionadas y la estructura de división de localización establecida, se calculará las cantidades para cada piso. En la siguiente tabla 3 se mostrará las cantidades, rendimientos de las cuadrillas; además, en la sección de anexo se detallará los metrados que se realizó para obtener las cantidades de las tareas.

3.3.4 Cálculo de los tiempos de duración de las tareas.

Para el cálculo de duración de cada actividad se utilizó las velocidades de una cuadrilla representativa y la cantidad de cuadrillas empleadas (k) para la ejecución de cada actividad con el fin de obtener la duración de la actividad. Además, es importante mencionar que la duración de las tareas puede acelerarse o desacelerarse modificando el número de cuadrillas. Asimismo, como ya se mencionó anteriormente las actividades seleccionadas agrupan varias partidas cuyas unidades de metrados no poseen las mismas unidades, es por ello que los metrados que se mostrarán en cada actividad estarán representadas por las partidas que poseen más incidencia en dichas actividades. Por ejemplo, en la actividad “vigas y losas” se tomará como metrado el concreto (m³) empleado en estos elementos, a pesar de que existen otras partidas como colocación de acero (Kg), encofrados (m²), entre otros. De esta manera se tomaron los metrados de partidas representativas para cada actividad, las cuales se presentarán a continuación.

Tabla 3.3: Metrado de actividades tomando en cuenta las partidas representativas.

ACTIVIDADES	LOCALIZACIÓN	CANTIDAD	UND.	PARTIDA REPRESENTATIVA
CIMENTACIÓN	Piso 0	104.32	m3	CONCRETO EN ZAPATAS
COLUMNAS Y PLACAS	Piso 1	26.28	m3	CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS
	Piso2	22.61	m3	
VIGAS Y LOSAS	Piso 1	53.09	m3	CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS
	Piso2	53.09	m3	
	Techo	4.25	m3	
TABIQUERÍA	Piso 1	259.16	m2	TABIQUERÍA
	Piso2	282.27	m2	
	Techo	14.94	m2	
TARRAJEO	Piso 1	685.29	m2	TARRAJEO
	Piso2	727.28	m2	
	Techo	207.83	m2	
ACABADOS HÚMEDOS	Piso 1	291.03	m2	CONTRAPISO
	Piso2	276.03	m2	
	Techo	287.7	m2	
ACABADOS SECOS	Piso 1	685.29	m2	PINTURA EN MUROS EXTERIORES E INTERIORES Y CIELO RASO
	Piso2	727.28	m2	
	Techo	207.83	m2	

Fuente: Propia.

Con los metrados presentados anteriormente, las velocidades de la cuadrilla representativa y la cantidad de cuadrillas se obtuvo la duración de cada actividad. Asimismo, es importante mencionar que los valores de las velocidades de producción empleadas para cada actividad son datos obtenidos de la base de datos de ratios que conoce cada empresa constructora variando de sus propios índices de producción. En este caso, se obtuvieron los datos de velocidad de producción de la empresa CONSORCIO SMO, donde uno de los autores de esta investigación realizó sus prácticas preprofesionales. Dicho lo anterior, a continuación, se presentará la duración propuesta para cada actividad.

Tabla 3.4: Cálculo de duración de actividades.

ACTIVIDADES	LOCALIZACIÓN	CANTIDAD	VELOCIDAD (und./día)	CUADRILLAS				TIEMPO DE EJECUCIÓN		
				Op	Of	Pe	K	INICIO	DURACION	FIN
CIMENTACIÓN	Piso 0	104.32	1.75	3	1	4	4	0	14.9	14.9
COLUMNAS Y PLACAS	Piso 1	26.28	1.1	3	1	4	3	0	8	8
	Piso2	22.61	1.1	3	1	4	3	8	6.8	14.8
VIGAS Y LOSAS	Piso 1	53.09	1.25	3	1	4	6	0	7.1	7.1
	Piso2	53.09	1.25	3	1	4	6	7.1	7.1	14.1
	Techo	4.25	1.25	3	1	4	6	14.1	0.6	14.7
TABIQUERÍA	Piso 1	259.16	9.34	1		1	4	0	6.9	6.9
	Piso2	282.27	9.34	1		1	4	6.9	7.6	14.5
	Techo	14.94	9.34	1		1	4	14.5	0.4	14.9
TARRAJEO	Piso 1	685.29	11.02	1		1	10	0	6.2	6.2
	Piso2	727.28	11.02	1		1	10	6.2	6.6	12.8
	Techo	207.83	11.02	1		1	10	12.8	1.9	14.7
ACABADOS HÚMEDOS	Piso 1	291.03	28.78	1	1	1	3	0	3.4	3.4
	Piso2	276.03	28.78	1	1	1	3	3.4	3.2	6.6
	Techo	287.7	28.78	1	1	1	3	6.6	3.3	9.9
ACABADOS SECOS	Piso 1	685.29	51.28	1			2	0	6.7	6.7
	Piso2	727.28	51.28	1			2	6.7	7.1	13.8
	Techo	207.83	51.28	1			2	13.8	2	15.8

Fuente: Propia

Asimismo, como las cuadrillas son valores enteros los tiempos (días) obtenidos resultan con decimales. Por ello, dichos tiempos se redondearon al entero superior, obteniendo así las siguientes duraciones para cada actividad.

Tabla 3.5: Cuadro resumen de tiempos de ejecución para cada actividad.

ACTIVIDADES	# Días
Cimentación	15
Columnas y placas	15
Vigas y losas	15
Tabiquería	15
Tarrajeo	15
Acabados húmedos	10
Acabados secos	16

Fuente: Propia.

3.3.5 Secuencia de las actividades.

Con los tiempos de ejecución determinados para cada actividad se realiza el cronograma del proyecto; sin embargo, para realizar dicho cronograma también

es importante definir la secuencia entre las actividades. Dicha secuencia se determinó a partir de las relaciones o dependencias lógicas del CPM obteniendo así el siguiente cronograma.

Tabla 3.6: Calendario de actividades del proyecto

	ACTIVIDADES	# NIVELES	INICIO	FIN	# días laborables
ACTIVIDADES	Cimentación	1	13/07/2020	31/07/2020	15
	Columnas y placas	2	03/08/2020	21/08/2020	15
	Vigas y losas	3	17/08/2020	04/09/2020	15
	Tabiquería	3	24/08/2020	11/09/2020	15
	Tarrajeo	3	31/08/2020	18/09/2020	15
	Acabados húmedos	3	14/09/2020	25/09/2020	10
	Acabados secos	3	21/09/2020	12/10/2020	16

Fuente: Propia

El presente cronograma de las principales actividades se realizó una vez definido la velocidad aproximada de cada hito que se tendría en el proyecto, lo cual se realizó en acápites anteriores de manera adecuada, tomando en cuenta definir una cantidad de cuadrillas coherentes, de manera que no se estorben y tampoco existan tiempo muertos, en los cuales algunas cuadrillas estén sin hacer nada. Esto último se puede presentar debido a que si se quiere acelerar demasiado el avance de algunas partidas del proyecto, existirán cuellos de botella, es decir, actividades dependientes las cuales no podrán desarrollarse hasta que se haya terminado su respectiva actividad predecesora. En las LDB, los cuellos de botella son fáciles de visualizar cuando las líneas se entrecruzan entre sí, lo cual representa un conflicto.

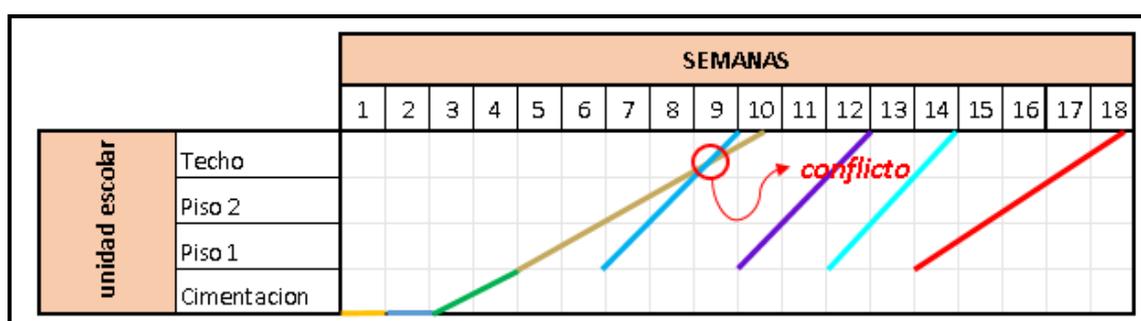


Figura 3-5 Conflicto de actividades.

Fuente: Propia

La secuencia de actividades se realizó a partir de la sectorización realizada. Se tuvo en cuenta realizar primero las obras preliminares, movimiento de tierras y cimentación, luego el criterio empleado para cada sector fue el siguiente: El primer día se realizaría el acero vertical, las instalaciones sanitarias y eléctricas, el segundo día el encofrado vertical, el tercer día el concreto vertical, el cuarto día el desencofrado vertical y el encofrado horizontal, el quinto día el acero horizontal y las instalaciones, y finalmente, el sexto día el concreto horizontal. Para el desencofrado de los elementos horizontales como el fondo de viga se tuvo que esperar un lapso de 21 días para que alcance una buena resistencia última. Esta secuencia lógica se siguió teniendo en cuenta el siguiente orden. Primero se realizó los 3 sectores del primer piso y una vez finalizado, los 3 sectores del segundo piso. En la siguiente imagen que se puede observar el tren de actividades realizado, en donde S1-1 significa Sector 1, piso 1 y así relativamente para los demás pisos y sectores.

ESTRUCTURAS	ACERO VERTICAL	S1-1	S2-1	S3-1					S1-2	S2-2	S3-1		
	INSTALACIONES SANITARIAS-VERTICAL	S1-1	S2-1	S3-1					S1-2	S2-2	S3-1		
	INSTALACIONES ELECTRICAS-VERTICAL	S1-1	S2-1	S3-1					S1-2	S2-2	S3-1		
	ENCOFRADO VERTICAL		S1-1	S2-1	S3-1				S1-2	S2-1			
	CONCRETO VERTICAL			S1-1	S2-1	S3-1				S1-2	S2-1		
	DESENCOFRADO Y CURADO				S1-1	S2-1			S3-1				
	ENCOFRADO HORIZONTAL				S1-1	S2-1			S3-1				
	ACERO HORIZONTAL				S1-1				S2-1	S3-1			
	INSTALACIONES ELECTRICAS-HORIZONTAL				S1-1				S2-1	S3-1			
	INSTALACIONES SANITARIAS-HORIZONTAL				S1-1				S2-1	S3-1			
	CONCRETO HORIZONTAL								S1-1	S2-1	S3-1		
	DESENCOFRADO LOSAS Y VIGAS												

Figura 3-6 Tren de actividades.

Fuente: Propia

Asimismo, se calculó las velocidades de ejecución para cada actividad, las cuales representan las pendientes de cada actividad que se apreciarán en la gráfica de las líneas de balance.

Como se detalló en la metodología, la velocidad de cada actividad se determinará mediante la siguiente ecuación.

$$Velocidad = \frac{\text{número de pisos}}{\text{periodo de tiempo}} = \frac{P_n - P_o}{D_n - D_o + 1}$$

Por ejemplo, para el caso de cimentación el número de pisos es igual a 1 y el periodo de tiempo es igual a 15 días, obteniéndose así una velocidad de 0.07 nivel/día. Asimismo, se determinó la velocidad por semana simplemente multiplicando la velocidad por día por 5, ya que los días de laborables considerados en la programación de la obra son 5 días (lunes a viernes) tomando así el día sábado como buffer. Considerando lo explicado anteriormente, se obtuvieron las velocidades para cada actividad, las cuales se presentarán a continuación.

Tabla 3.7: Velocidades de ejecución de cada actividad (pendientes).

	ACTIVIDADES	# NIVELES	INICIO	FIN	# días laborables	Velocidad (piso/día)	Velocidad (piso/sem)
ACTIVIDADES	Cimentación	1	13/07/2020	31/07/2020	15	0.07	0.33
	Columnas y placas	2	03/08/2020	21/08/2020	15	0.13	0.67
	Vigas y losas	3	17/08/2020	04/09/2020	15	0.20	1.00
	Tabiquería	3	24/08/2020	11/09/2020	15	0.20	1.00
	Tarrajeo	3	31/08/2020	18/09/2020	15	0.20	1.00
	Acabados húmedos	3	14/09/2020	25/09/2020	10	0.30	1.50
	Acabados secos	3	21/09/2020	12/10/2020	16	0.19	0.94

Fuente: Propia.

3.3.6 Diagrama de Gantt.

Haciendo uso del programa Microsoft Project se realizó el diagrama Gantt del proyecto. Para ello, se utilizó los tiempos de las actividades halladas anteriormente. Asimismo, se tomó en cuenta las principales partidas de cada

actividad con el fin de mostrar la relación y secuencia que existe entre las partidas y actividades. A continuación, se presentará parte el diagrama Gantt del proyecto.

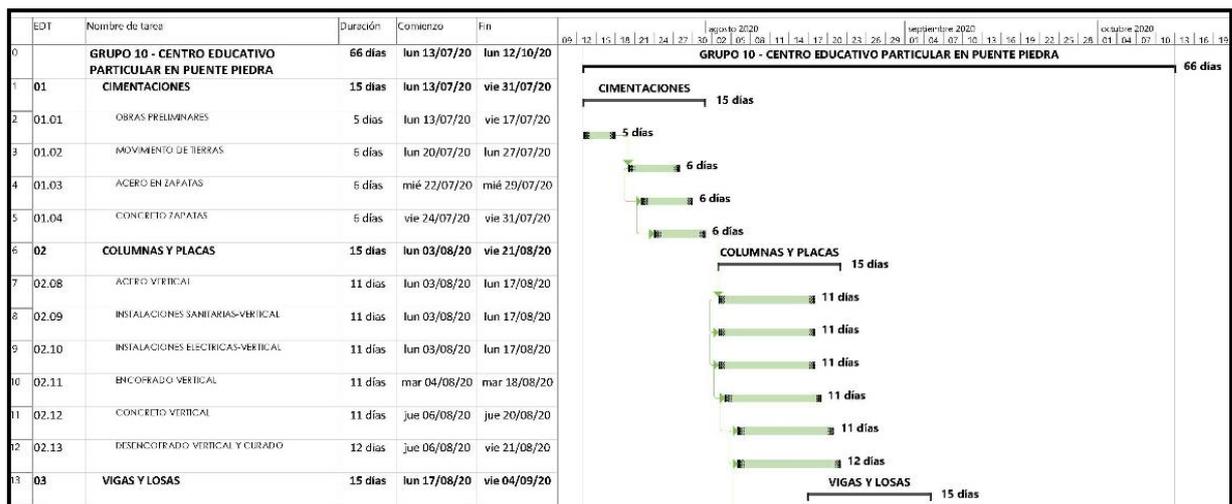


Figura 3-7: Diagrama Gantt del proyecto.

Fuente: Propia.

Como se observa en la figura anterior las sub tareas de cada actividad guardan una relación. Por ejemplo, en la actividad de COLUMNAS Y PLACAS, la sub tarea acero vertical y encofrado vertical poseen una relación de secuencia, ya que no se puede realizar la colocación de acero si ya se realizó el encofrado. Por otro lado, el programa Microsoft Project nos da la opción de observar la duración y la secuencia de las actividades, lo cual será útil para observar que los tiempos de las actividades seleccionadas para la realización de las líneas de balance son los mismos.

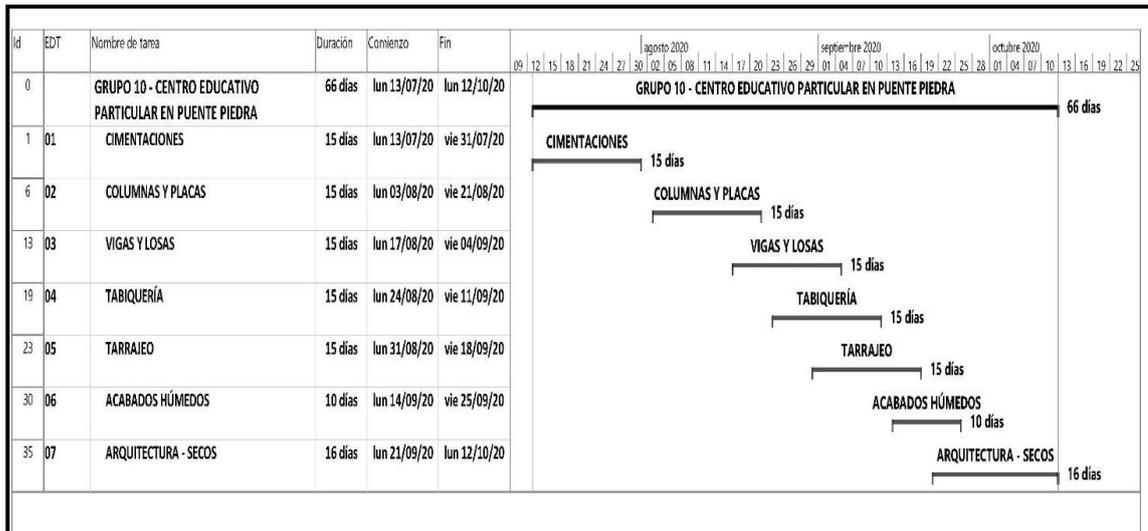


Figura 3-8 Diagrama Gantt del proyecto por hitos generales.
Fuente: Propia.

El diagrama de Gantt completo se puede observar en la sección de anexo.

3.3.7 Grafica de las líneas de balance.

Con la duración de las tareas que se ha calculado y las relaciones de dependencia de cada tarea se procederá a realizar las líneas de balance del proyecto. Para realizar las líneas de balance se priorizo que las entregas de cada tarea tengan el mismo ritmo como se observa la figura 11 que se observa que las líneas están aproximadamente paralelas.

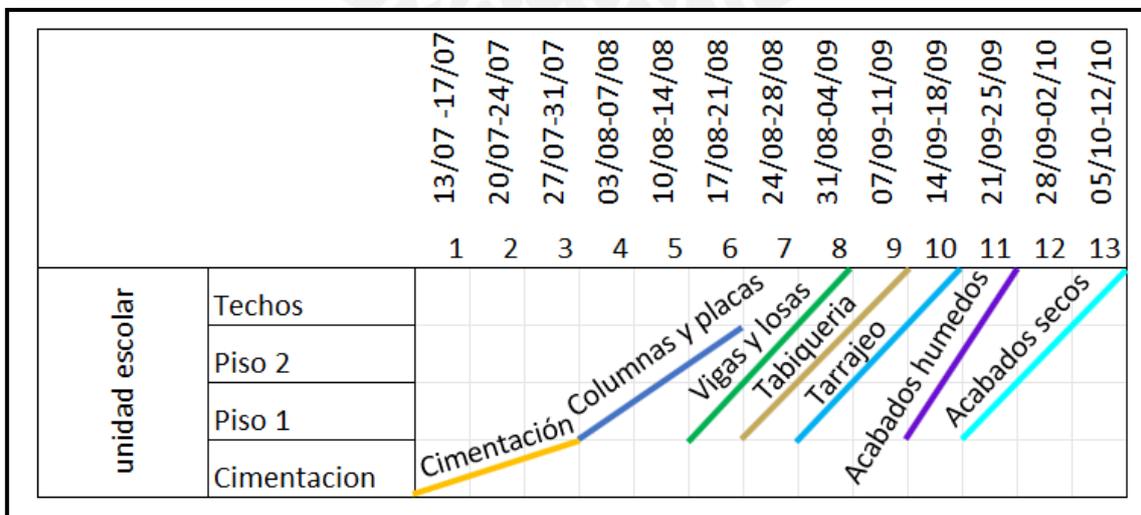


Figura 3-9 Líneas de balance del proyecto de la unidad escolar.
Fuente: Propia.

3.3.8 Análisis y discusión de los gráficos.

3.3.8.1 Comparaciones entre las líneas de balance y el diagrama de Gantt

La principal diferencia entre ambas graficas es en la localización del trabajo como se ve en el diagrama de Gantt se observa solo el inicio y fin de las tareas caso contrario las líneas de balance donde se observa en que punto o piso según como se haya estructurado nuestro proyecto se encuentra el avance de la tarea; por ejemplo, en la figura 12 se puede observar que la tarea de vigas y losas en la semana 7 se encontrara realizando el segundo piso.

Entre ambas graficas el diagrama de Gantt se vuelve más confusa, ya que si hay actividades repetitivas estas dependerán de otras y el diagrama se volverá confuso caso contrario las líneas de balance te indica la tarea, la localización de la tarea y la duración.

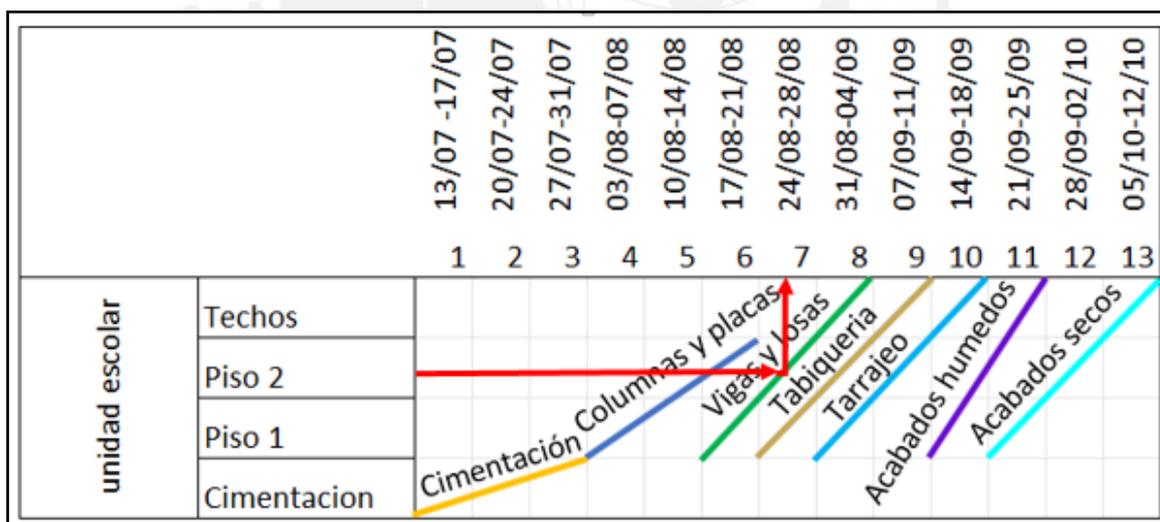


Figura 3-10 Líneas de balance del proyecto de la unidad escolar.

Fuente: Propia.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La herramienta de Líneas de Balance permitió conocer de manera sencilla pero eficiente la interacción entre las actividades más importantes que se llevarían en el proyecto de construcción, gracias a un correcto modelado de las mismas.
- Debido a la metodología que se centra en la esquematización de actividades repetitivas, es posible aplicar esta herramienta en otras actividades relacionadas al sector construcción.
- Al realizar una comparación entre el avance programado y el avance real mediante la metodología de líneas de balance, es posible estudiar la curva de aprendizaje que ha tenido determinada cuadrilla al visualizar su pendiente en la gráfica para cierta actividad, lo que en otras palabras significa su rendimiento.
- Las líneas de balance a diferencia de los tradicionales diagramas de barras permiten visualizar el ritmo de trabajo con el cual se deben de realizar todas las actividades, la interacción entre las mismas y el impacto que puede conllevar el retraso o adelanto de una actividad sobre la actividad antecedente o consecuente.
- Las LDB permiten mostrar de manera más adecuada el desarrollo de un grupo de actividades tomando en cuenta además la localización de las mismas, en vez de solo la duración cada actividad en particular. Además, debido a la amplia variabilidad que existe en la obra, realizar una planificación tan detallada como lo hacen los diagramas de Gantt o de barras no solo no es amigable con el usuario, sino que pueden inducir a más errores.
- La poca difusión de la herramienta de LDB se debe a la creencia de planificar solo en base a las actividades y no en base a las localizaciones de las mismas. Además, la ausencia de softwares especializados y en constante mejora en este ámbito también han contribuido que el empleo de esta herramienta siga representando un tabú, al menos en el sector construcción.

- Se recomienda implementar en las construcciones una programación maestra basada en LDB, de manera que todos los empleadores puedan visualizar de manera más amigable el ritmo de trabajo que se debe seguir. Recordar que cuando la idea del proyecto no está clara para todos pueden generarse errores y pérdidas de tiempo y dinero en el proyecto.
- Se recomienda realizar líneas de balance con hitos estratégicos de acuerdo al proyecto de construcción que se va a llevar a cabo.
- Se recomienda incentivar la elaboración de softwares con una interfaz dedicada al desarrollo de un proyecto basado en la metodología de LDB, ya que actualmente todos los avances en planificación están orientados al desarrollo de diagramas de barras y métodos CEC.
- Una correcta planificación del proyecto ya sea por medio de las LDB o diagrama de barras siempre será más adecuada que solo emplear conocimiento empírico.
- Las velocidades de las cuadrillas no dependen únicamente del número de cuadrillas, sino también del número de sectores y pisos del proyecto. Pueden aumentar de acuerdo al número de pisos y disminuir de acuerdo al número de sectores, esto debido a que se tiene que respetar que el ritmo de trabajo sea adecuado y no se intercepten las actividades ni tampoco existan cuadrillas sin hacer nada, lo que significa pérdidas para el proyecto.
- La corrección de un cronograma realizado en base a la aplicación de LDB, debido a cualquiera alteración que pueda sufrir el proyecto o por errores propios del mismo, es mucho más sencillo de realizar ya que las líneas que presentan son más perceptibles a sufrir una posible alteración.
- La aplicación de la herramienta de Gantt es muy limitada y poco didáctica para llevar un correcto control de obra, debido a la gran cantidad de partidas que se

pueden presentar en un Proyecto. Esto genera un aumento en la dificultad de visualización de los flujos de avance de las actividades.

- Se recomienda aplicar la herramienta de LDB de la mano de la metodología Last Planner, debido a que por sí sola esta herramienta considera únicamente la localización y no la manera en cómo se desarrolla cada actividad de manera interna. Al tomar en cuenta los principios Last planner, las características generales y particulares del proyecto se asociarán de manera correcta para los fines que se requieran.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Sepúlveda, M. (2017). Aplicación del Método Líneas de Balance al Sistema Last Planner en Proyectos de Construcción Horizontal. Tesis para optar el título de maestro en ingeniería y administración de la construcción. Tecnológico de Monterrey, México. Obtenido de <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/629750/TESIS%20MAURICIO%20SEPULVEDA.pdf?sequence=1>
- Calampa, S. (2014). Aplicación de la Línea de Balance en el sistema Last Planner en proyectos de edificaciones. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencia e Ingeniería, Lima. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5787/CALAMPA_SARAH_LINEA_BALANCE_PROYECTOS_EDIFICACIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- LORÍA, José (2011) Programación de Obras con la Técnica de la Línea de Balance.

- BOTERO, Luis y Harlem Acevedo (2011). Simulación de operaciones y línea de balance: herramientas integradas para la toma de decisiones
- MONTEIRO, André y Joao POCAS. Linha de Balanco - Uma nova abordagem ao planeamento e controlo das actividades da construação
- Guzmán, A. (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos (Tesis para Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú.
- MELLAN, Miguel (2008). Líneas de Balance o Grafico de Velocidades. ESCUELA DE INGENIERIA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD CENTRAL, CHILE.
- BOTERO, LUIS F. y ÁLVAREZ, MARTHA (2004). “Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento)”. Revista universidad EAFIT Vol 40 n° 136.
- ALARCON CARDENAS, LUIS FERNANDO (2000). “Identificación y Reducción de Pérdidas en la Construcción. Herramientas y Pérdidas”. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chi
- BOTERO BOTERO, LUIS FERNANDO (2006). “Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction”. Segunda edición, Colombia: Editorial Legis.
- OHNO, Taichi (1988). “Toyota production system”. Japón
- Virgilio Ghio Castillo. (2004). Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta. Lima: PUCP - Fondo Editorial.

- Orihuela P, Esteves D (2013). Aplicación del Método de La Línea de Balance a la Planificación Maestra. Encuentro Latino americano de Gestión y Economía en la Construcción. Cancún, México.
- Hernán Porras Díaz, PhD, MSc; Omar Giovanni Sánchez Rivera; José Alberto Galvis Guerra. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. noviembre 8, 2020, de Avances: Investigación en Ingeniería Sitio web: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6684752>
- Lean Construction Enterprise
Lean Construction. Consulta: 5 de noviembre de 2020
<http://www.leanconstructionenterprise.com/>

6. ANEXOS

A. Metrados

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	Metrado
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.01	MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Glb	
01.01.02.01	MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Glb	1
01.01.02.02	MATERIALES EN OBRA	Glb	1
01.01.02	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES		
01.01.02.01	OFICINAS, ALMACENES Y CASETA DE GUARDIANÍA	m2	100
01.01.02.02	COMEDORES, VESTUARIOS Y SERVICIOS HIGIÉNICOS	m2	100
01.01.02.03	CARTEL DE OBRA (MADERA)	Und	1
01.01.03	INSTALACIONES PROVISIONALES		
01.01.03.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	Glb	1
01.01.03.02	DESAGUE PARA LA CONSTRUCCIÓN	Glb	1
01.01.03.03	ENERGÍA ELÉCTRICA PROVISIONAL	Glb	1
01.01.04	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO		
01.01.04.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	352.6
01.01.04.02	REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	Glb	1
01.02	SEGURIDAD Y SALUD		
01.02.01	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	Glb	1
01.02.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Glb	1
01.02.03	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	Glb	1
01.02.04	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	Glb	1
01.02.05	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	Glb	1
01.02.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	Glb	1

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	Metrado
02	ESTRUCTURAS		
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.01	EXCAVACIONES		
02.01.01.01	EXCAVACION CON MANUAL EN TERRENO NATURAL	m2	304.24
02.01.02	RELLENOS		
02.01.02.01	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	153.29
02.01.03	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO		
02.01.03.01	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO(e=0.15m)	m2	175.14
02.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		
02.01.04.02	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	66.62
02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
02.02.01	SOLADOS		
02.02.01.01	CONCRETO f'c=100kg/cm2 PARA SOLADO, e=0.05m	m2	195.28
02.02.02	CIMIENTOS CORRIDOS		
02.02.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=100kg/cm2 PARA CIMIENTO CORRIDO + 30% PIEDRA GRANULADA	m3	29.11
02.02.03	SOBRECIMIENTO		
02.02.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210kg/cm2 PARA SOBRECIMIENTO	m3	2.18
02.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTO	m2	29.11
02.02.04	FALSO PISO		
02.02.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=175kg/cm2 PARA FALSO PISO, e=0.10m	m2	175.74
02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
02.03.01	ZAPATAS		
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210kg/cm2 EN ZAPATAS	m3	104.32
02.03.01.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2 ZAPATAS	kg	4102.12
02.03.02	MUROS DE CONCRETO		
02.03.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210kg/cm2 EN MUROS	m3	34.95
02.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS	m2	312.91
02.03.02.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2 EN MUROS	kg	4459.28
02.03.03	COLUMNAS		
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	14.92
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	171.66
02.03.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2 EN COLUMNAS	kg	2407.26
02.03.04	VIGAS		
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210kg/cm2 EN VIGAS	m3	46.43
02.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	322.37

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	Metrado
02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
02.03.01	ZAPATAS		
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ EN ZAPATAS	m3	104.32
02.03.01.02	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ ZAPATAS	kg	4102.12
02.03.02	MUROS DE CONCRETO		
02.03.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ EN MUROS	m3	34.95
02.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS	m2	312.91
02.03.02.03	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ EN MUROS	kg	4459.28
02.03.03	COLUMNAS		
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ EN COLUMNAS	m3	14.92
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	171.66
02.03.03.03	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ EN COLUMNAS	kg	2407.26
02.03.04	VIGAS		
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ EN VIGAS	m3	46.43
02.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	322.37
02.03.04.03	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ EN VIGAS	kg	5341.22
02.03.05	LOSAS		
02.03.05.01	LOSA MACIZA		
02.03.05.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ EN LOSA MACIZA	m3	0.48
02.03.05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA MACIZA	m2	1.91
02.03.05.01.03	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ EN LOSA MACIZA	kg	39.63
02.03.05.02	LOSA ALIGERADA		
02.03.05.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ EN LOSA ALIGERADA	m3	63.53
02.03.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m2	564.68
02.03.05.02.03	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ EN LOSA ALIGERADA	kg	3144.52
02.03.05.02.04	LADRILLO HUECO 0.30X0.30X0.25m	und	4704.00
02.03.06	ESCALERA		
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ EN ESCALERA	m3	17.92
02.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERA	m2	77.80
02.03.06.03	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ EN ESCALERA	kg	400.29
02.03.07	CISTERNAS SUBTERRANEAS		
02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ EN CISTERNA	m3	3.43
02.03.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CISTERNA	m2	37.35
02.03.07.03	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ EN CISTERNA	kg	220.09

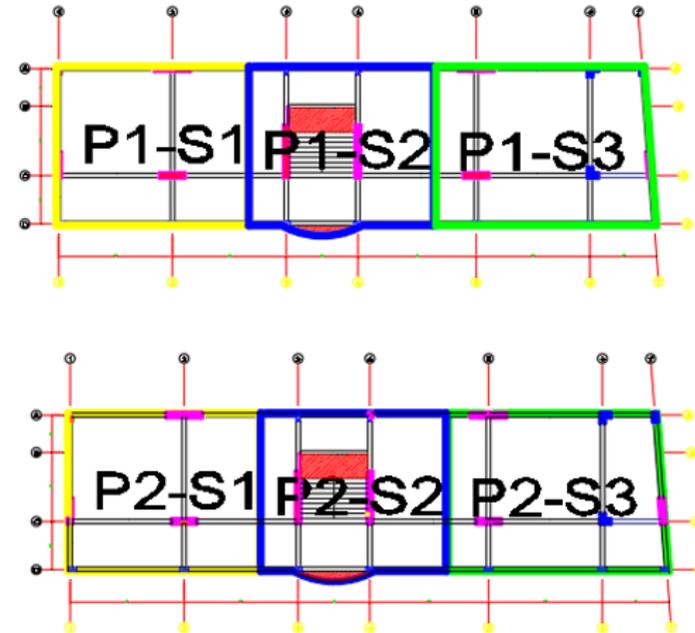
ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	Metrado
03	ARQUITECTURA		
03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA		
03.01.01	MUROS DE LADRILLO KK DE SOGA MEZCLA C:A 1:5	m2	372.98
03.01.02	MUROS CON SISTEMA DE CONSTRUCCION EN SECO (SISTEMA DRY WALL)	m2	183.39
03.01.03	BARANDAS Y PARAPETOS	m2	145.51
03.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS		
03.02.01	TARRAJEO EN INTERIORES		
03.02.01.01	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES MEZCLA C:A 1:5, E=1.5cm	m2	619.50
03.02.02	TARRAJEO EN EXTERIORES		
03.02.02.01	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES MEZCLA C:A 1:5, E=1.5cm	m2	471.75
03.02.03	TARRAJEO EN COLUMNAS		
03.02.03.01	TARRAJEO EN COLUMNAS CON MEZCLA C:A 1:5	m2	53.39
03.02.04	TARRAJEO EN VIGAS		
03.02.04.01	TARRAJEO EN VIGAS CON MEZCLA C:A 1:5	m2	212.58
03.02.05	TARRAJEO EN MUROS DE CONCRETO		
03.02.05.01	TARRAJEO EN MUROS DE CONCRETO CON MEZCLA C:A 1:5	m2	135.16
03.02.06	VESTIDURAS DE DERRAMES		
03.02.06.01	VESTIDURA DE DERRAMES C:A 1:5cm, A=0.15m	m	253.09
03.02.07	BRUÑAS		
03.02.07.01	BRUÑA de 1cmx1cm	m	60.80
03.02.08	TARRAJEO EN FONDO DE ESCALERA		
03.02.08.01	TARRAJEO EN FONDO DE ESCALERA, MEZCLA C:A 1:5, E=1.5cm	m2	46.60
03.02.09	PREPARACION DE GRADAS DE CONCRETO		
03.02.09.01	REVESTIMIENTO DE GRADAS, MEZCLA C:A 1:5, E=1.5cm	m	152.00
03.02.10	PREPARACION DE DESCANSOS		
03.02.09.01	REVESTIMIENTO DE DESCANSOS, MEZCLA C:A 1:5, E=1.5cm	m2	18.60
03.03	CIELORRASOS		
03.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA		
03.03.01.01	CIELORRASO CON MEZCLA , 1:5, E=1.5cm	m2	552.06
03.04	PISOS Y PAVIMENTOS		
03.04.01	CONTRAPISOS		
03.04.01.01	CONTRAPISO DE e=50 mm	m2	854.76
03.04.02	PISOS		
03.04.02.01	PORCELANATO 0.60x0.60cm e=9mm	m2	68.80
03.04.02.02	DISCO DE CONCRETO	m2	205.00

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	Metrado
03.03	CIELORRASOS		
03.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA		
03.03.01.01	CIELORRASO CON MEZCLA , 1:5, E=1.5cm	m2	552.06
03.04	PISOS Y PAVIMENTOS		
03.04.01	CONTRAPISOS		
03.04.01.01	CONTRAPISO DE e= 50 mm	m2	854.76
03.04.02	PISOS		
03.04.02.01	PORCELANATO 0.60x0.60cm e=9mm	m2	68.80
03.04.02.02	PISOS DE CONCRETO	m2	785.96
03.04.03	ACABADO DE CONCRETO EN PISOS		
03.03.03.01	PISO DE CEMENTO SEMIPULIDO Y BRUÑADO	m2	785.96
03.05	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS		
03.05.01	ZÓCALO		
03.05.01.01	CERÁMICO DE 0.30x0.30cm e=9mm	m2	34.34
03.05.02	CONTRAZÓCALO		
03.05.02.01	PORCELANATO	m	193.08
03.06	COBERTURAS		
03.06.01	MATERIAL IMPERMEABILIZANTE		
03.06.01.01	IMPERMEABILIZANTE LÍQUIDO	m2	287.70
03.07	CARPINTERÍA DE MADERA		
03.07.01	PUERTAS		
03.07.01.01	PUERTA UNA HOJA BATIENTE CONTRAPLACADA L = 1 m, 4 cm x 2.65 m	m2	26.50
03.07.01.02	PUERTA UNA HOJA BATIENTE CONTRAPLACADA L = 0.9 m, 4 cm x 2.65 m	m2	7.16
03.08	CARPINTERÍA METÁLICA		
03.08.01	VENTANA DE ALUMINIO	und	23.00
03.08.02	DIVISION DE ALUMIINIO PARA SERVICIOS HIGIENICOS	m	32.70
03.08.03	BARANDAS METALICAS	m	27.10
03.09	PINTURA		
03.09.01	PINTURA DE CIELO RASOS, VIGAS ,COLUMNAS Y PAREDES		
03.09.01.01	PINTURA EN LATEX EN INTERIORES	m2	619.50
03.09.01.02	PINTURA EN LATEX EN EXTERIORES	m2	471.75
03.09.01.03	PINTURA EN LATEX EN VIGAS	m2	212.58
03.09.01.04	PINTURA EN LATEX EN COLUMAS Y PLACAS	m2	188.55
03.09.01.05	PINTURA EN LATEX EN CIELORASO	m2	552.06

B. Sectorización

SECTORIZACIÓN						
Ubicación	Elementos	Partida	Und	S1	S2	S3
Piso 1	Horizontales	Acero	kg	1330.57	1187.85	1578.18
		Concreto	m3	18.10	14.95	20.04
		Encofrado	m2	140.38	118.53	159.66
	Vertical	Acero	kg	1032.82	1252.89	1320.44
		Concreto	m3	6.94	10.34	9.00
		Encofrado	m2	68.37	97.36	89.01
Piso 2	Horizontales	Acero	kg	1284.00	1244.15	1509.91
		Concreto	m3	18.10	14.95	20.04
		Encofrado	m2	140.38	118.53	159.66
	Vertical	Acero	kg	816.60	1205.37	1044.02
		Concreto	m3	5.48	10.02	7.11
		Encofrado	m2	54.06	93.84	70.38

	ÁREA (m2)
SECTOR 1	107.38
SECTOR 2	107.54
SECTOR 3	120.10



C. Diagrama de Gantt

