



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO LAS  
HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION EN LA EJECUCIÓN  
DEL EDIFICIO LIBERTY DE 20 PISOS EN LA ETAPA DE  
CASCO ESTRUCTURAL UBICADO EN EL DISTRITO DE  
PUEBLO LIBRE**

**PRESENTADA POR  
DERIAN MANUEL LLERENA VILLACREZ**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ**

**2019**



**CC BY-NC-SA**

**Reconocimiento – No comercial – Compartir igual**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**USMP** | FACULTAD DE  
UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRÉS | INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO LAS  
HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION EN LA EJECUCIÓN  
DEL EDIFICIO LIBERTY DE 20 PISOS EN LA ETAPA DE  
CASCO ESTRUCTURAL UBICADO EN EL DISTRITO DE  
PUEBLO LIBRE**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR**

**LLERENA VILLACREZ, DERIAN MANUEL**

**LIMA - PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien guía mis pasos día a día y por el camino del bien con todas las fuerzas necesarias para cumplir mis metas proyectadas.

A mis padres, por confiar en nosotros y brindarnos el apoyo único ante cualquier adversidad por la que pasamos en el camino hacia el desarrollo personal y profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa Proyectos y Construcciones Lugano, por permitirme pertenecer a su grupo de trabajo y darme la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente.

A los profesionales que trabajaron en este proyecto con dedicación y conocimiento.

A la Universidad de San Martín de Porres, por formarme profesionalmente.

..

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes	1
1.2 Descripción del problema	3
1.3 Objetivos	5
1.4 Justificación e importancia	5
1.5 Limitaciones	5
1.6 Viabilidad	6
1.7 Impacto potencial de la investigación	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
2.1 Antecedentes de la investigación	7
2.2 Bases teóricas	13
2.3 Herramientas a utilizar	24
2.4 Definición de términos básicos	31
2.5 Proceso constructivo	34
2.6 Hipótesis	40
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	<b>41</b>
3.1 Tipo de investigación	41
3.2 Nivel de la investigación	41
3.3 Diseño de investigación.	41
3.4 Variables	42
3.5 Población y muestra	44

	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO IV. DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	<b>46</b>
4.1 Datos generales del proyecto	46
4.2 Cronograma maestro de obra	51
4.3 Sectorización y tren de trabajo	53
4.4 Planeamiento y lookahead de 4 Semanas	62
4.5 Productividad y ratios	67
4.6 Porcentaje de plan cumplido (PPC)	77
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS</b>	<b>84</b>
5.1 Análisis de restricciones para la semana 24	84
5.2 Carta de balance para la semana 26	90
5.3 Diagrama de flujo para la semana 26	119
5.4 Análisis de restricciones para la semana 35	130
<b>CAPITULO VI. DISCUSIÓN</b>	<b>135</b>
6.1 Contrastación de la hipótesis	133
6.2 Contrastación de los antecedentes	133
CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES	139
FUENTES DE INFORMACIÓN	140
ANEXOS	144

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Variable Independiente.	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Cuadro 2. Variable Dependiente.	43
Cuadro 3. Cuadro de principales proveedores.	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Cuadro 4. Cuadro de principales contratistas.	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Cuadro 5. Metrado de la 1era iteración.	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Cuadro 6. Metrado de la 2da interacción.	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Cuadro 7. Primera Iteración.	56
Cuadro 8. Segunda iteración.	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Cuadro 9. Metrado de muros.	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Cuadro 10. Metrado de columnas.	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Cuadro 11. Metrado de losas.	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Cuadro 12. Tren de actividades.	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Cuadro 13. Llegada de materiales a obra.	66
Cuadro 14. Rendimiento de encofrado de placas.	68
Cuadro 15. Rendimiento de encofrado de columnas.	69
Cuadro 16. Rendimiento de encofrado en losa.	70

Cuadro 17. Rendimiento de acero en placas.	71
Cuadro 18. Rendimiento de acero en columnas.	72
Cuadro 19. Rendimiento de acero en losa.	73
Cuadro 20. Rendimiento de concreto en placas.	74
Cuadro 21. Rendimiento de concreto en columnas.	75
Cuadro 22. Rendimiento de concreto en losa.	76
Cuadro 23. Rendimiento por semana del PPC.	
<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 24. Porcentaje de plan cumplido de la semana 24.	79
Cuadro 25. Porcentaje de plan cumplido de la semana 26.	80
Cuadro 26. Porcentaje de plan cumplido de la semana 28.	80
Cuadro 27. Porcentaje de plan cumplido de la semana 35.	
<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 28. Curva semana de productividad del acero.	
<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 29. Cuadrilla de la partida de encofrado.	92
Cuadro 30. Descripción de Actividades.	92
Cuadro 31. Datos obtenidos de la primera muestra en la carta de balance.	96
Cuadro 32. Análisis por pareja de la primera muestra.	106
Cuadro 33. Primer movimiento de trabajadores.	109
Cuadro 34. Movimiento de la torre grúa.	110
Cuadro 35. Datos obtenidos de la segunda muestra en la carta de balance.	115
Cuadro 36. Análisis de productividad.	117
Cuadro 37. Análisis de diagrama de flujo primera muestra.	
<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 38. Programación de la torre grúa.	
<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 39. Análisis del diagrama de flujo segunda muestra.	126
Cuadro 40. Análisis de ratios de la primera muestra.	127
Cuadro 41. Análisis de ratios de la segunda muestra.	127
Cuadro 42. Análisis del diagrama de flujo- comparación.	128
Cuadro 43. Análisis de restricciones desde la semana 36 hasta la 38	130
Cuadro 44. Análisis de restricciones desde la semana 36 hasta la 41	130
Cuadro 45. Análisis ahorro de tiempo productivo.	134

Cuadro 46. Análisis ahorro de ratios.	134
Cuadro 47. Análisis de porcentaje de productividad en losa.	135
Cuadro 48. Análisis ahorro en productividad.	137

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. PBI de la construcción sector 2012-2018.	1
Figura 2. Comparativo entre situaciones esperadas y real de las empresas en el sector de la construcción.	7
Figura 3. Modelo de flujo de procesos.	14
Figura 4. Los 7 principales desperdicios.	15
Figura 5. Modelo de flujos que no paren.	17
Figura 6. Transformación del proceso.	18
Figura 7. Inspecciones durante el proceso.	18
Figura 8. Esquema de proceso de producción, conversión y flujo.	22
Figura 9. Sistema Last Planner.	27
Figura 10. Esquema de resumen Last Planner.	28
Figura 11. Estructura fundamental del Sistema Last Planner.	29
Figura 12. Tiempo productivo encofrado de placas.	30
Figura 13. Tiempo contributorio.	30
Figura 14. Tiempo no contributorio: Viajes improductivos.	31
Figura 15. Procedimiento constructivo del encofrado en muros.	35
Figura 16. Procedimiento constructivo del encofrado en losa.	37
Figura 17. Habilitación y colocación de acero en el casco.	38
Figura 18. Vaciado de concreto.	40
Figura 19. Ubicación de la obra.	47
Figura 20. Edificio Liberty.	48
Figura 21. Organigrama de Obra.	49
Figura 22. Programación Maestra.	52
Figura 23. Plano sectorizado 1era iteración.	54
Figura 24. Plano sectorizado 2da iteración.	56

Figura 25. Programación diaria.	61
Figura 26. Lookahead de obra.	62
Figura 27. Lookahead análisis de cuadrilla de acero.	63
Figura 28. Lookahead análisis de cuadrilla de encofrado.	64
Figura 29. Lookahead análisis de vaciado de concreto.	
<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 30. Análisis de Restricciones.	84
Figura 31. Programación semanal de producción y materiales.	87
Figura 32. Sector de levantamiento para la carta balance.	91
Figura 33. Esquema de distribución de la cuadrilla en el área de trabajo.	91
Figura 34. Carta de balance.	93
Figura 35. Diagrama en planta de transporte de encofrado.	108
Figura 36. Diagrama en corte de transporte de encofrado.	109
Figura 37. Diagrama en planta del piso 10.	111
Figura 38. Carta de balance mejorada.	112
Figura 39. Presupuesto de Estructuras.	118
Figura 40. Sector a analizar en acabado pulido de piso.	119
Figura 41. Diagrama de flujo.	120
Figura 42. Diagrama de planta de cielo raso.	122
Figura 43. Análisis de restricciones.	123
Figura 44. Diagrama de flujo mejorado.	125
Figura 45. Presupuesto de Estructura 2.	128
Figura 46. Análisis de restricciones de concreto en losa.	131

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Página</b>
Gráfico 1. Curva semanal de acero en placas.	68
Gráfico 2. Curva semanal de acero en columnas.	69
Gráfico 3. Curva semanal de acero en losa.	70
Gráfico 4. Curva semanal de encofrado en placas.	71
Gráfico 5. Curva semanal de encofrado en columnas.	72
Gráfico 6. Curva semanal de encofrado en losa.	73
Gráfico 7. Curva semanal de concreto en placas.	74
Gráfico 8. Curva semanal de concreto en columnas.	75
Gráfico 9. Curva semanal de de concreto en losa.	76
Gráfico 10. Grafico porcentaje de plan cumplido del casco estructural.	77
Gráfico 11. Curva semanal de productividad del acero.	89
Gráfico 12. Rendimiento de tipos de trabajos de la primera muestra.	96
Gráfico 13. Tiempo Productivo primera muestra.	97
Gráfico 14. Tiempo Contributorio primera muestra.	97
Gráfico 15. Tiempo No Contributorio primera muestra.	98
Gráfico 16. Productividad del Operario Cristian Carrasco.	99
Gráfico 17. Productividad del Ayudante Henry Calderón.	99
Gráfico 18. Productividad del Operario Carlos Ticlia.	100
Gráfico 19. Productividad del ayudante Jesús Vásquez.	100
Gráfico 20. Productividad del operario Juan Cisneros.	101

Gráfico 21. Productividad del Ayudante Edwin Ochoa.	101
Gráfico 22. Productividad del Operario Edward Yumbatto.	102
Gráfico 23. Productividad del Ayudante Carlos Sánchez.	102
Gráfico 24. Productividad del Operario Juan Torres.	103
Gráfico 25. Productividad del Ayudante Jerry Tanaca.	103
Gráfico 26. Productividad del Operario Víctor Herencia.	104
Gráfico 27. Productividad del Ayudante Manuel Pérez.	104
Gráfico 28. Productividad del Operario Gabriel Hurtado.	105
Gráfico 29. Productividad del Ayudante Nelson Cruz.	105
Gráfico 30. Clasificación de rendimiento por pareja de la primera muestra.	106
Gráfico 31. Porcentaje de los tipos de trabajo mejorado.	115
Gráfico 32. Tiempo Productivo segunda muestra.	116
Gráfico 33. Tiempo contributorio segunda muestra.	117
Gráfico 35. Análisis de actividades del diagrama de flujo primera muestra.	126
Gráfico 36. Análisis de actividades del diagrama de flujo segunda muestra.	134
Gráfico 37. Curva semanal de productividad de concreto en losa.	126

## **RESUMEN**

El trabajo de investigación titulado “Mejora de la productividad aplicando las herramientas Lean Construction en la ejecución del proyecto Edificio Liberty de 20 pisos en la etapa de casco estructural ubicado en el distrito de Pueblo Libre”, está enfocado en utilizar las herramientas del Lean Construction como son porcentaje de plan cumplido, análisis de restricciones, diagrama de flujo, carta de balance mediante un análisis de campo con mediciones de minuto a minuto a colaboradores con fines de obtener diferentes tipos de trabajo que la metodología requiere como trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC). En esta investigación, se implementan las herramientas Lean Construction para realizar una optimización de costos tiempo y generar una mayor productividad en las obras de edificaciones especialmente en las partidas que durante la ejecución de la obra no cumplen con la programación.

La investigación es aplicada, enfoque cuantitativo, tipo descriptivo, de nivel descriptivo, diseño no experimental, longitudinal y prospectiva. La población es la edificación multifamiliar “Edificio Liberty” del distrito de Pueblo Libre en donde se analizaron las partidas de acero, encofrado, concreto. Con los resultados obtenidos se busca que las entidades públicas tengan un amplio conocimiento de implementación de la metodología Lean Construction para poder analizar y brindar soluciones inmediatas a las partidas, ello significó un ahorro en el presupuesto de 4,64% y 4,76%.

Palabras claves: Optimización de la mano de obra, Porcentaje de Plan Cumplido, Productividad.

## **ABSTRACT**

The research work entitled "Productivity improvement by applying Lean Construction tools in the execution of the 20-story Liberty Building project in the structural helmet stage located in the Pueblo Libre district", is focused on using Lean Construction tools as Percentage of completed plan, restriction analysis, flow chart, balance sheet through a field analysis with minute-by-minute measurements to employees with fines for obtaining different types of work that the methodology requires as productive work (TP), work contributory (TC) and non-contributory work (TNC). In this investigation, Lean Construction tools are implemented to optimize time costs and generate greater productivity in the works of specific buildings in the parts that do not have problems with the programming during the execution of the work.

The research is applied, quantitative approach, descriptive type, descriptive level, non-experimental, longitudinal and prospective design. The population is the multifamily building "Liberty Building" of the district of Pueblo Libre where the particles of steel, formwork, concrete are analyzed. With the results detected, it is sought that public entities have a broad knowledge of the implementation of the Lean Construction methodology in order to analyze and provide immediate solutions to the parties, this meant a saving in the budget of 4, 64% and 4.76%.

Keywords: Workforce optimization, Percentage of Plan Completed, Productivity.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación está referida al tema, mejora de la productividad aplicando las herramientas Lean Construction en la ejecución del proyecto edificio Liberty de 20 pisos en la etapa de casco estructural, ubicado en el distrito de Pueblo Libre, a fin de demostrar de qué manera influye la productividad en la ejecución del proyecto.

Con respecto a la producción y ejecución a realizarse para la etapa de casco estructural en el edificio “Liberty” generados para la construcción desde el nivel 1 hasta el nivel 20 siguiente, se describen las técnicas existentes como el gran manejo de la producción mediante la metodología “Lean Construction” como un método de construcción y planificación de departamentos en el distrito de Pueblo Libre, así de esta manera se pudo realizar cuadros comparativos entre diseños, procesos constructivos, tiempos, costos, seguridad.

Consecuentemente, en el trabajo de investigación se realizó la descripción de las herramientas de la filosofía Lean Construction y los conceptos que se aplican, se pudo realizar de manera correcta una base que se encuentre sólida para que respalde el análisis de resultados en la obra. También se analizaron y se describen las herramientas más importantes (Sectorización, Diagrama de flujo, Análisis de restricciones, Carta de balance y Last planner).

Además, las partidas que no se cumplieron, se analizaron con lo cual alcanzaron una correcta productividad, mediante un análisis cuantitativo se demostraron los resultados correctos que brinda esta filosofía.

Asimismo, se realizaron ejemplos de lecciones aprendidas en el proyecto en ejecución como también ideas para convertir una mejora de productividad y así extraer conclusiones y recomendaciones para las próximas investigaciones.

El objetivo principal de este trabajo es implementar la metodología Lean Construction para una mejora de la productividad en la construcción multifamiliar "Edificio Liberty", construida por la empresa "Proyectos y Construcciones Luganos S.A.C". Mediante la metodología de "Lean Construction" y se realizará una optimización y una mejora de las partidas no cumplidas en la etapa de casco estructural.

La tesis se compone de seis capítulos. En el primero, se aborda el planteamiento del problema y problemas específicos; objetivo general, y específicos; justificación e importancia; alcances y limitaciones y viabilidad. El segundo trata sobre el marco teórico, los antecedentes de la investigación, bases teóricas, marco conceptual con conceptos básicos e hipótesis. El tercero sobre la metodología que incluye la tipología, nivel de diseño, diseño de la investigación, variables y definición operacional de variables, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el cuarto, se exponen aspectos administrativos como datos generales de la empresa, cronograma de actividades, programaciones maestras, Lookahead, ratios y porcentaje de plan cumplido. En el quinto, se explican los resultados con medidas correctivas mediante el diagrama de planta, análisis de restricciones, carta de balance y el diagrama de flujo. Y en el sexto capítulo, se presenta la contrastación de las hipótesis y de los antecedentes nacionales e internacionales.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Antecedentes

Según CEESCO (2018), las tasas negativas que se generaron de manera acumulativa tras dos años seguidos, la industria de la construcción generó en el año 2017 el crecimiento de (+) 2.2%. En el segundo semestre, se registró este impulso que generó tal crecimiento, avanzando con el desarrollo de proyectos inmobiliarios (se registró el aumento en la región de Lima Metropolitana y el Callao en la cual 25 mil departamentos se llegaron a ofertar, monto que se elevó en un 4% de registro al año anterior). También la construcción de centros empresariales y comerciales. Sin embargo, en el mismo año se aceleró el avance en obras públicas con el siguiente registro (+) 7.5% tanto en los diferentes gobiernos como nacional y subnacionales. El otro indicador que presentó un alza en mejora fue el consumo del cemento.

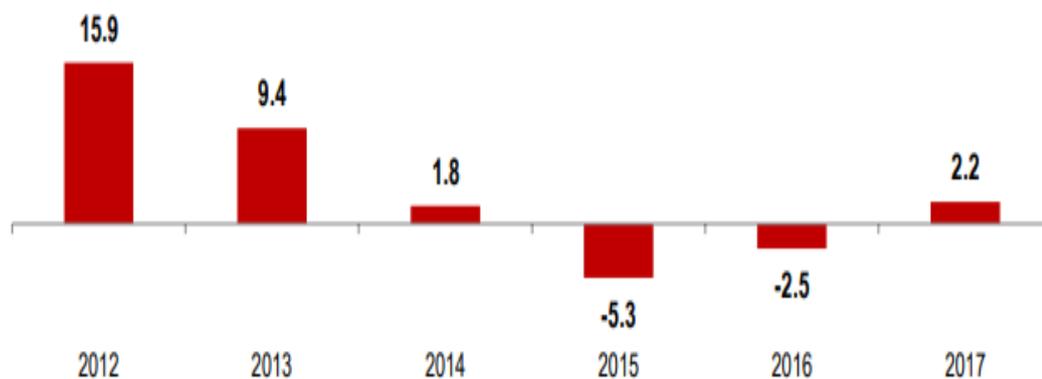


Figura 1. PBI de la construcción sector 2012-2017.

Fuente: Centro de estudios económicos del sector de la construcción.

La planificación llamada tradicional que se realiza para la obra con estimación de fechas aproximadas, tratando de asemejar la duración que tendría cada partida cómo también la ejecución en su totalidad de obra, y la programación de materiales o anticipaciones de partidas, Sin embargo, no se tiene la confianza en como cumplir con los plazos planificados. Dicha planificación es elaborada por el responsable de obra (Ingeniero residente) en base a la experiencia de otras obras, donde se realiza y se ejecuta con herramientas como el diagrama de Gantt, PERT, CPM, MS Project, entre otros; del cual no se planifica correctamente la optimización de los recursos, la secuencia o también llamado tren de actividades mediante un correcto diseño de productividad y dimensionamiento de cuadrillas, cronograma de entrega de materiales, análisis de restricciones entre otros procesos importante para la planificación y ejecución de la obra.

Los procesos mencionados, conllevan una pérdida, atraso y entrega fuera de plazo para la empresa. Es decir, la variabilidad no busca disminuir y generar los continuos flujos.

Todos los proyectos ejecutados son diferentes e independientes y por ellos sus necesidades en planificación cambian, no todos requieren de una adecuada planificación utilizando metodologías de gestión como es el caso del Lean Construction, cuyo objetivo son reducir las pérdidas maximizar el valor del producto final y la mejora continúa.

Ballard (2000). Los principales motivos variados para que la planificación tradicional no cumpla con lo planificado:

- La planificación tradicional se realiza s base de la habilidad del ingeniero a cargo de realizar la programación del proyecto.
- Se aplica la medición de lo programado contra lo realizado en ejecución, pero no se pronostica la habilidad y pericia para efectuar la planificación adecuada.

- Este punto de no incurrir en los errores encontrados en la planificación y las causas que se obtiene, y no genera un aprendizaje.
- Plazos del proyecto cortos que necesitan un sistema de control para no generar penalidades por sobretiempos.
- Descoordinación con subcontratistas y adquisición de recursos por falta de planificación.

Los puntos mencionados por Ballard refieren que, en la planificación tradicional, la variabilidad en obra es alta y hay factores determinantes que no se previenen correctamente, lo que genera incertidumbre, tiempos improductivos y descoordinaciones entre las áreas involucradas.

La falta de herramientas de gestión para la planificación de la obra es un riesgo potencial, ya que puede verse afectada directamente en el plazo, así como en el costo final de la obra, es por ello que se opta por la implementación de la herramienta del Sistema Last planner.

## **1.2 Descripción del problema**

La empresa cuenta con financiamiento, con materiales suficientes para la realización, la presente investigación cuenta con el apoyo y respaldo de la Empresa Proyectos y Construcciones Lugano, puesto que el tesista es parte del equipo Staff de la constructora que se especializa en edificación multifamiliares.

Se inició la obra en el mes de mayo del 2018 y se pronosticó que terminaría en el mes de diciembre del año 2019, y se obtuvo la información suficiente para la realización del estudio correspondiente.

La Empresa Proyectos y Construcciones Lugano cuenta con los recursos necesarios para su ejecución siendo aquellos recursos financieros, materiales. El tesista es colaborador del equipo staff de la empresa mencionada que su especialidad es edificaciones multifamiliares.

En el campo de la construcción, la optimización de los recursos como vendría a ser la mano de obra se ve sumamente dañada principalmente por la falta del flujo constante que existe entre cuadrillas que afectan a la producción como existen demoras internas. Se va acumulando todos estos retrasos y esperas por cada colaborador.

En esta investigación, se realiza un control y manejo de la producción en la construcción multifamiliar “Edificio Liberty”, construida por la empresa “Proyectos y Construcciones Luganos S.A.C”. Mediante la metodología de “Lean Construction” se logró una optimización y una mejora de las partidas no cumplidas en la etapa de casco estructural (Diagrama de flujos, Carta de balance).

### **1.2.1 Formulación del problema:**

Encontrar el problema principal y secundario en obra y es lo siguiente.

- ¿De qué manera la metodología Lean Construction influye en la productividad de la construcción multifamiliar del Edificio Liberty?

### **1.2.2 Problemas secundarios:**

- ¿De qué manera la aplicación de la herramienta análisis de restricciones de la metodología Lean Construction influye en la mejora de la productividad de la construcción multifamiliar Edificio Liberty?
- ¿De qué manera la aplicación de la herramienta carta de balance de la metodología Lean Construction influye en la mejora de la productividad de la construcción multifamiliar Edificio Liberty?
- ¿De qué manera la aplicación de la herramienta diagrama de flujo de la metodología Lean Construction influye en la mejora de la productividad de la construcción multifamiliar Edificio Liberty?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general:**

- Implementar la metodología Lean Construction para una mejora de la productividad en la construcción multifamiliar del Edificio Liberty.

### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Elaborar la herramienta análisis de restricciones de la metodología Lean Construction para contribuir con la mejora de la productividad en la construcción multifamiliar Edificio Liberty.
- Elaborar la herramienta carta de balance de la metodología Lean Construction para contribuir con la mejora de la productividad en la construcción multifamiliar Edificio Liberty.
- Elaborar la herramienta diagrama de flujo de la metodología Lean Construction para contribuir con la mejora de la productividad en la construcción multifamiliar Edificio Liberty.

## **1.4 Justificación e importancia**

La presente investigación se realiza para dar a conocer el efectivo uso de las herramientas de la metodología Lean Construction en edificaciones de uso multifamiliares.

La investigación actual beneficia, de manera directa, a las empresas constructoras e inmobiliarias que decidan aplicar la metodología en su implementación de mejora y en tomar acciones correctivas correspondientes al instante que se detecta el problema no esperando demoras que prologuen el tiempo de trabajo recurrido y que las inconformidades impliquen un riesgo en el flujo de actividades del proyecto.

## **1.5 Limitaciones**

El uso de las herramientas porcentaje de plan cumplido, análisis de restricciones, carta de balance, diagrama de flujos se puede aplicar a otras

obras de diferente rubro de construcción como el caso de puentes, obras hidráulicas, etc. La presente tesis no cuenta con limitaciones.

## **1.6 Viabilidad**

La investigación es considerada viable, la Empresa Proyectos y Construcciones Lugano, cuenta con los recursos necesarios para su ejecución, el tesista es colaborador del equipo staff de la empresa mencionada y cuenta con el respaldo de la empresa para obtener toda la información necesaria durante la ejecución del proyecto que su especialidad es edificaciones multifamiliares. El inicio del proyecto fue el mes de mayo del 2018 y con una culminación el mes de diciembre del 2019, la obtención de información en ese tiempo es necesaria para su estudio y realización correspondiente.

## **1.7 Impacto potencial de la investigación**

### **1.7.1 Impacto teórico**

Mediante la presente investigación se busca dar a conocer las herramientas y los alcances técnicos que nos proporciona el uso de la metodología Lean Construction.

### **1.7.2 Impacto práctico**

La Presente investigación busca realizar una implementación correcta de la metodología con la finalidad de que la empresa constructora tenga esta información y pueda realizar la aplicación adecuada y puedan obtener una mejora en los tiempos costos y producción, disminuyendo los atrasos y mejorando la entrega inmediata de la obra ejecutada.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

Según CAPECO (2019), El crecimiento de las actividades de las empresas del sector de la construcción se realizó un crecimiento de un 4.75 % proyectado en el segundo bimestre del año 2019, en comparación del mismo periodo del año 2018, conforme los resultados de la encuesta de expectativas desarrollados por CAPECO. Conforme al crecimiento del sector inmobiliario se proyectaría una baja del 6.08% al 5.48% sobre la variación en el nivel de las operaciones en las empresas del sector construcción.

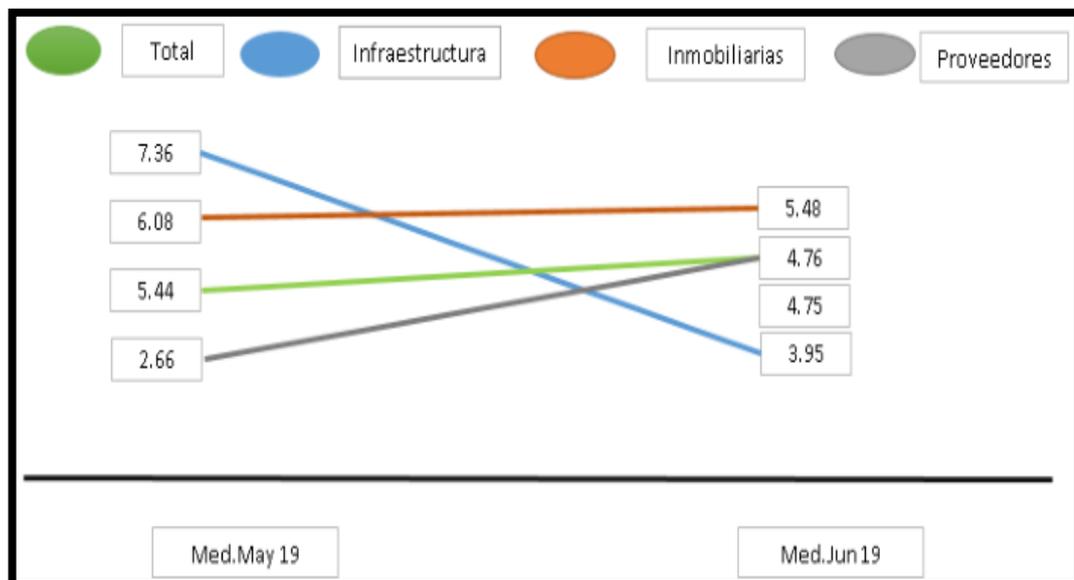


Figura 2. Comparativo entre situaciones esperadas y real de las empresas en el sector de la construcción.

Fuente: Cámara Peruana de la Construcción (2019)

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en su último informe de producción nacional en el mes de marzo del 2019, reveló que el sector construcción registró un aumento de 5,77% por la mayor inversión en obras públicas de 8,33% y mayor consumo interno de cemento en 5,25%.

El crecimiento de inversión en obras públicas fue determinado por el avance de obras en el ámbito del Gobierno Nacional (46,4%) como infraestructura vial, carreteras y puentes, en servicios básicos y construcción de edificios. Mientras que se registró disminución en el ámbito del Gobierno Local (-4,5%) y Gobierno Regional (-7,7%).

Las empresas que realizan los procesos y métodos de edificación son las más interesadas en tener métodos de edificación en base a una cultura de construcción, las prácticas que se realizan van siendo identificadas por las demoras e incumplimiento por parte de los proveedores y contratistas; bajos rendimientos y rotación del personal; pocos canales efectivos de comunicación; porcentaje de desperdicio elevados, así como factores externos tales como cambios climáticos desfavorables; altas velocidades de producción de las competencias, sin dejar de considerar factores humanos como la presión y cantidad de trabajo que no se realiza.

También una planeación adecuada que implique una metodología, a fin de medir, mejorar los procesos y controlar lo que afecta negativamente a la productividad de las obras, a las que se recurren a las distintas filosofías, de acuerdo con las necesidades, siendo la más utilizada el "Lean Construction". Este recurre a sus herramientas de medición de pérdidas y planificación "Last Planner" y "Look Ahead".

El proyecto Edificio Multifamiliar "LIBERTY", ejecutado por la constructora proyectos y construcciones Lugano realiza un sistema de mejoramiento continuo en su proceso mediante la medición y el control. Este proyecto plantea una metodología para poder identificar pérdidas y restricciones, los rendimientos de mano de obra y los métodos de trabajo que se enfoca en una mejor de sus procesos y lograr un aumento considerable de la productividad

en el proyecto encabezado por el estudio de la metodología Lean Construction que no se basa solamente en aplicarla sino de continuar aumentando el porcentaje de trabajo productivo de las partidas.

### **2.1.1 En el ámbito nacional**

Ramirez (2012), la implementación del Sistema Last Planner ubicado en el distrito de Puente Piedra se implementó en la ejecución de un proyecto inmobiliario para realizar los procesos constructivos en su máxima optimización, existen factores que afectan la productividad, se identifica. Las reuniones con los encargados de cada área se realizan para la ejecución del proyecto formando equipos de trabajo. Se logró que el proyecto evite rotación de personal y horas extras en el trabajo con el orden del proyecto.

Según Chávez & Aquije (2014), es para demostrar los beneficios que se llegan a obtener mediante dicha filosofía, la programación forma un rol importante en el seguimiento de las partidas que el personal de la empresa se encuentra ejecutando y obtiene la optimización de la productividad, los costos. La metodología del Sistema Last Planner realiza una práctica de como ejecutar la productividad realizado a un análisis a la partida de vaciado de concreto fluido, aplicando la herramienta lean “Carta Balance” brinda un impacto positivo al aplicar aumentando la productividad. La investigación fue aplicada en el distrito del Agustino por la empresa constructora SAC. La etapa correspondiente fue en la etapa de construcción (denominado ensamblaje sin pérdidas) de la subestructura de la obra “Condominio Casa Club Recrea”.

Guzmán (2014), afirma que la tesis hace referencia a las herramientas del Sistema Last Planner reduce la variabilidad de obra, con un constante seguimiento de la planificación semanal que es el Lookahead Planning. Al aplicar la filosofía Lean Construction en el control del proyecto, mediante la programación planificación en la ejecución. Se percibe un cumplimiento de lo programado en un 75%, mediante el análisis de causas de incumplimiento y las acciones correctivas. Se aplicó la herramienta

Carta Balance para detectar el mal dimensionamiento de las cuadrillas de partidas críticas como son el vaciado de concreto y encofrado de elementos horizontales (vigas), ya que el porcentaje de los trabajos no contributorios era elevado sin agregar valor al producto final y generando sobre costos.

Uzategui (2016) sostiene que mediante la Metodología Lean Construction se utilizó la herramienta Cartas de balance o Cartas de equilibrio de cuadrilla se presenta un trabajo con horizonte a mejorar la productividad de las partidas de solaqueo, el tarrajeo y el enchape, que sumando el presupuesto de los tres juntos suma el 50% del total del presupuesto de arquitectura, un 20% del total de obra cifra alta. Se utilizó la manera más óptima en ejecutar las partidas críticas el proceso que requiere la operación en el ámbito de la construcción en campo de manera enfocada hacia los detalles, comentando el método que aplico y verificó si es el adecuado y se determinó la cantidad de obreros más adecuada en la repartición de la cuadrillas y así obtener información clasificada para realizar un rendimiento análisis de cada trabajador. Posteriormente, se propusieron las mejoras correspondientes para la ejecución del proyecto.

Flores (2016), en la tesis, La influencia del lean Construction fue determinante para saber su influencia en su implementación en la ejecución realizada al estado de la UNA- Puno. Se aplicó a 60 colaboradores como muestra y se concluyó que la metodología influyó enriqueciendo de manera significativa, al aplicar correctamente la filosofía Lean Construction y obtener una construcción sin pérdidas. También se obtuvo con el gran propósito de dar a conocer las oportunidades que se obtiene para una mejora en la productividad por intermedio de la obtención de metodologías distintas a las tradicionales en los proyectos de construcción mediante su adaptación y aplicación.

Toledo (2017) realiza mejoras de un 27 % en la primera semana y llega a obtener un 51 % en la última. La mejora se dio en la implementación positiva del PPC. La identificación fue el principal punto para lograr una categorización y una posterior cuantificación de los trabajos que se

planteaban por cada cuadrilla, de esa manera se hizo una mejora de la productividad de cada cuadrilla obteniendo un mejor control en 9 actividades del plan maestro. Se incrementaron los rendimientos de las cuadrillas en las diferentes partidas que se ejecutaron, eso designa que el control realizado redujesen los tiempos de operación de las cuadrillas y obtener un ahorro en la mano de obra óptima la utilización del sistema Last Planner.

Figueroa y Tolmos (2016) seleccionan una muestra a 120 colaboradores de la empresa. Tuvo como objetivo central la implementación del Lean Construction en una construcción de edificación con una mejora de tiempo y costo. La implementación fue de influencia excelente el 75%, fue regular con el 20% e irregular con el 5%.

En la investigación, se implementaron todas las herramientas Lean Construction con éxito, en especial la herramienta Líneas de Balance que obtuvo una eficiencia mayor y la mano de obra fue menor. La actividad de colocación de acero concreto y encofrado obtuvo una mejora; sin embargo, fueron ineficientes los procesos realizando actividades que incumplían y generaban esperas y alto índice de trabajo no contributivo. Con la utilización de las herramientas se redujo la variabilidad en los procesos con lo cual se cumplirán con las actividades programadas.

### **2.1.2 En el ámbito internacional**

Cano y Nieto y Arango (2017) aplicaron una implementación de la metodología Lean Construction con el fin de obtener y establecer los lineamientos que guían para llegar a una optimización de recursos y el mejoramiento de la empresa en la ejecución de la obras Gramar S.A. Se concluyó que los trabajos no contributivos como las actividades de necesidades fisiológicas, descansos no se puede eludir estando presente dicha actividad, las actividades de esperas de materiales, equipos, trabajos rehechos con un buen control y plan se podría llegar a su reducción. Implementando la metodología se cumplió con el objetivo general del proyecto en la optimización de los recursos Gramar y así obtuvo un análisis

de sus obras para dar una mejora y estandarizar una mejora de procesos en la empresa y sus obras.

Gonzales (2013) plantea como objetivo principal el uso de la herramienta Lean Construction en la dirección de proyectos de edificación. Universidad de Valladolid. Las herramienta Lean se aplica en la administración de proyectos. Se obtuvo una muestra a 60 colaboradores de la empresa constructora el diseño realizado es no experimental. Se concluye que la filosofía Lean Construction otorga una influencia positiva en la dirección de proyectos de edificación. El nivel que llegó a alcanzar fue de un 70% del total. El instrumento para recopilar información fue un cuestionario.

Martinez (2011) el objetivo a realizarse en esta investigación es la aplicación de la filosofía Lean Construction a edificaciones Colombianas, perseverando el modelo de planificación tradicional y ejecución. La investigación presente se ejecutó a dos proyectos se identificó la igualdad de pérdidas y se ve reflejado en los índices de productividad. Se tomó los datos encontrados en ambos proyectos y se aplicaría a un proyecto nuevo de construcción, que se concluyó en los tiempos no contributorio se ven disminuidos logran una productividad mayor.

Crespo (2015) la implementación de la metodología en la investigación Lean Construction busca y genera mayores niveles de rentabilidad, competitividad y productividad se realiza la utilización de todas las herramientas Lean Construction obteniendo una conclusión con los siguientes porcentajes TP=60%, TC=25%, TNC=15%, y otros que afectan a la productividad y rentabilidad que existen en los proyectos, La presente investigación realiza planes de mejoras a las partidas que se encuentran con bajo índice de productividad .

En la presente investigación, el aporte es la aplicación de algunas herramientas Lean Construction y la de las herramientas para poder elevar

la productividad y obtener un nivel mayor de rentabilidad, con la utilización de los tiempos productivos, contributorios y no contributorios.

Brioso (2015) aplicó un análisis a 50 trabajadores, la investigación no fue experimental. El fin de la investigación fue identificar la magnitud de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) en el proyecto construcción Management. Se concluyó: el nivel de uso del método Lean Construction 65% con buen nivel, 30% con regular y un 5% deficiente. Se concluyó que el análisis de Lean Construction realiza un impactó mayor en el proyecto construcción Management de las viviendas haciendo imprescindible una necesita de especialistas en Lean Construction conforme las figuras del gestores de diseño, constructivo y contratos en el marco normativo español (Ley de ordenación de la edificación).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Lean Production**

Lean Production es la filosofía que formula que al realizar la producción tanto el material y/o información realiza un flujo, que parte desde la materia prima hasta obtener el producto final.

El flujo considera que se convierte los materiales, se inspecciona, espera o está entrando al siguiente proceso.

Al realizar el avance de los flujos se concentran en reducir o eliminar a base del avance de cada proceso que tiende a convertirse debe ser eficaz.

El modo convencional tiene como objetivo aumentar la eficiencia de cada proceso, mientras la filosofía de Lean Production buscar eliminar y/o reducir las actividades que no agregan valor e incrementar la eficiencia de las actividades que si agregan valor; al modelo de flujo de procesos.

El modelo de flujo de procesos tiene como objetivo eliminar las pérdidas y reducir los tiempos de las actividades, diferenciándose de acuerdo con el siguiente gráfico:

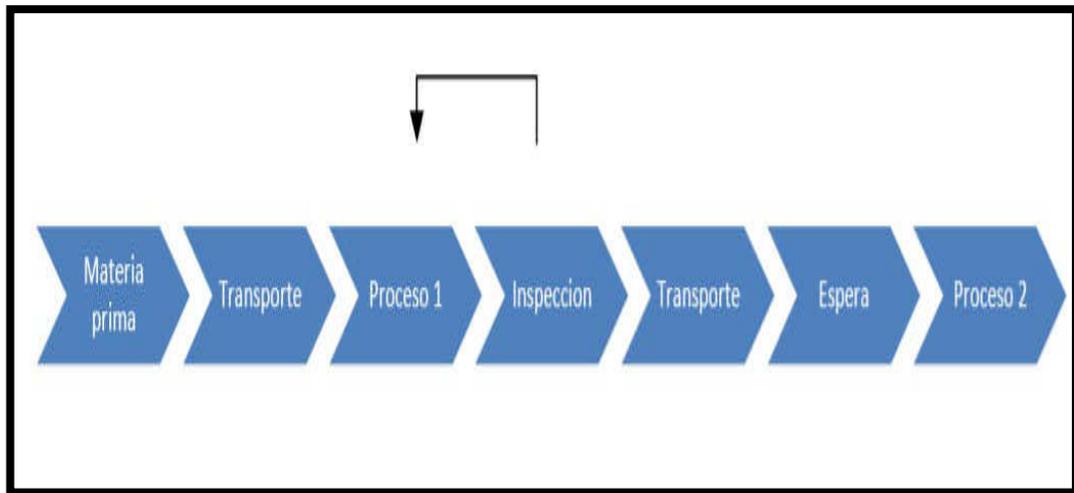


Figura 3. Modelo de flujo de procesos

Fuente: Abner Guzmán (2014)

En la Figura 3, se muestra que existe la variabilidad entre procesos; es decir, hay desperdicios como los transportes, esperas, entre otros; los mismos que el modelo de flujo de procesos buscó minimizar para generar el máximo valor.

Es por ello que existen algunos principios de Lean Production que se han implementado como concepto para reducir aquello que no genera valor. Son los siguientes:

- Disminuir las actividades que no agregan valor.
- Aumentar el valor del producto de acuerdo con la necesidad del cliente.
- Disminuir la constante variabilidad.
- Disminuir los ciclos en el tiempo.
- Reducir el número de pasos, partes y relaciones del proceso
- Incrementar la flexibilidad del producto terminado
- Aumentar la confiabilidad y transparencia entre procesos
- Mantener el equilibrio entre mejoras en los flujos y las conversiones

- Aplicar la mejora continua.
- Benchmarking (banco de referencia).

En el modelo de flujo de procesos, se diferencian los tipos de desperdicios, los cuales para lean production son consideradas “pérdidas”:

- Sobreproducción
- Esperas
- Inventario
- Movimiento
- Esfuerzos
- Trabajos rehechos
- Sobre procesamiento

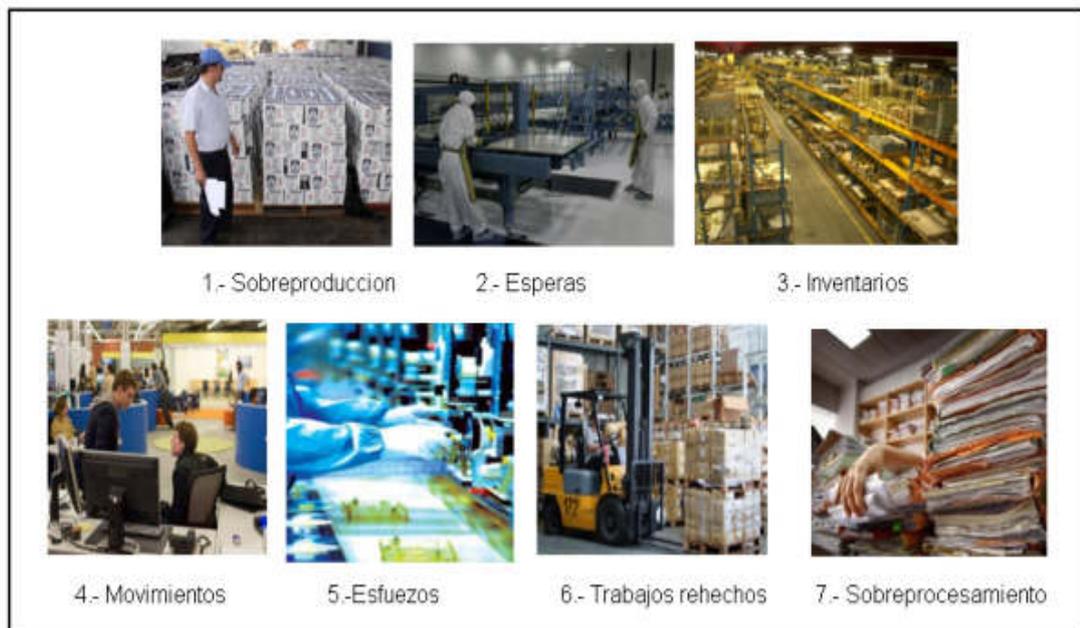


Figura 4. Los 7 principales desperdicios.

Fuente: Kanbanize.

### 2.2.2 Lean Construction

La filosofía Lean Construction que se asemeja a la adaptación de la filosofía Lean Production, con consideraciones en el proceso de adaptación puesto que la filosofía Lean Production está enfocada en el sector de empresas manufactureras y en el sector industrial.

Al revisar la metodología Lean Construction relacionado con su enfoque se ve orientada a los tipos de obra (carreteras, puentes, saneamiento y en especial en edificación, entre otras).

El principio de la metodología es realizar los diseños de un sistema de producción con el fin de minimizar los desperdicios, así como la variabilidad, para generar la máxima atribución de valor posible.

Se tiene que dar como referencia el valor, vendría a ser todo aquello que ayuda al cliente a alcanzar sus objetivos. Todos los procesos que el cliente define por bien propio, pero que el constructor no los genera; sin embargo, la pérdida es una actividad que genera un costo, pero no agrega valor al producto. Según lo explicado, el modelo de sistema de producción efectivo, permite diferenciar los tipos de trabajo:

- Trabajo productivo: son aquellas actividades de valor agregado, que transforman materiales o información según lo requiera el cliente. Ejemplo: Encofrado de placas, colocación de paneles en encofrado.
- Trabajo contributorio: Actividades que no agregan valor y que son pérdidas necesarias porque son parte del proceso. Ejemplo: traslado de materiales, limpieza de encofrado.
- Trabajo no contributorio: Actividades que no agregan valor y que son pérdida pura, ya que consumen recursos y tienen un costo sin agregar valor al producto terminado. Ejemplo: tiempos ociosos, viaje improductivo, esperas.

El objetivo que tiene el Lean Construction es diseñar un Sistema de Producción Efectivo, de forma que se realice el cumplimiento con los plazos, calidad y niveles de productividad altos en obra; se hace referencia al siguiente punto a cumplir:

### 2.2.2.1 Asegurar que los flujos no paren

Se refiere a que los flujos de las actividades sean continuos. El objetivo en este punto, es que las actividades no deben parar y que los desperdicios se pueden reducir o eliminar, posteriormente. (Chokewanka & Sotomayor, 2018).

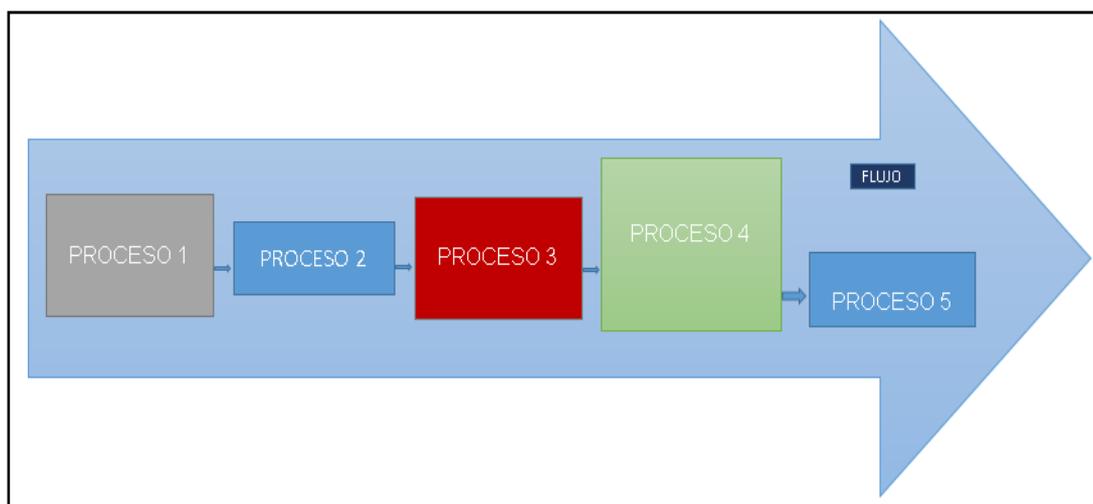


Figura 5. Modelo de flujos que no paren.

Fuente: Collachagua I. (2017).

### 2.2.2.2 Inicios de Lean en la construcción

Según Koskela (1992), en su artículo “Application of the New Production Philosophy to Construction” (Aplicación de la Nueva Filosofía de Producción para la Construcción) fue el primero en hacer uso de la adaptación de la filosofía. En este artículo, hace referencia a cómo se deben utilizar las herramientas que la llamada filosofía brinda en la actividad de la construcción sin hacer mención al termino Lean. Algunos de los países americanos que utilizan son Perú, Chile, Estados Unidos, Brasil y Colombia. En menor medida, se realiza actuaciones en Europa: Reino Unido, Alemania, Portugal y Finlandia.

La construcción siempre ha obtenido problemas que se ven reflejados en la gestión al igual que en la industria. Al ser la construcción un sector amplio y tradicional, conforme ha ido evolucionando, se han ido introduciendo técnicas prácticas y operativas como la llamada

(planificación del proyecto), herramientas que generan control, metodologías de organización, etc. Pero más allá de esto no existen otras marcas llamadas teóricas o conceptos: es necesario realizar la revisión de gestión de proyectos.

Cuando se observa la construcción tradicional como un conjunto de actividades que son dirigidas a un punto de salida de materiales, trabajos etc. Entran a una “caja negra” de la que salen los productos.

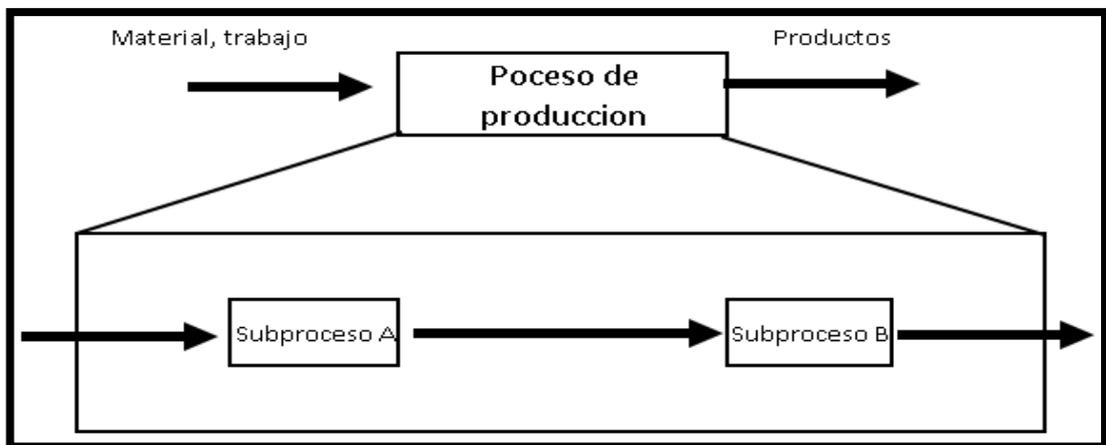


Figura 6. Transformación del proceso

Fuente: Koskela 1992.

Koskela nos indica que, el flujo de procesos debería reflejarse en la construcción como un conjunto, donde se introducen inspecciones en cada uno de los subprocesos.

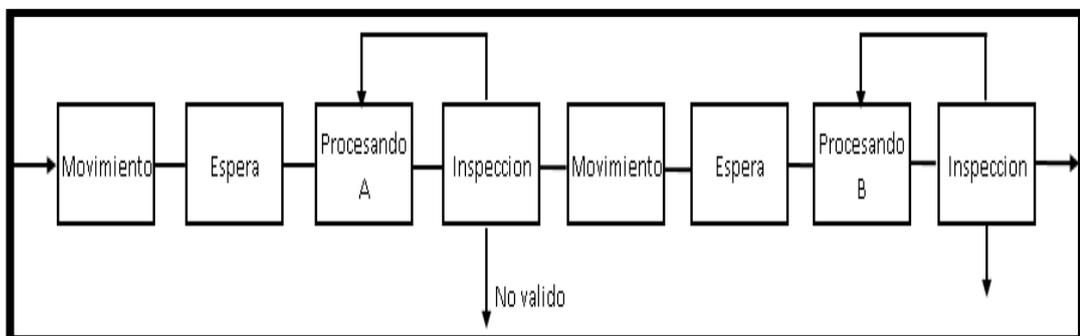


Figura 7. Inspecciones durante el proceso.

Fuente: Koskela 1992

El International Group for Lean Construction (IGLC), se fundó en el año 1993, la denominación Lean Construction se da inicio desde ese momento.

Los objetivos que se fijaron fueron mejorar la demanda que ejercen los clientes y mejorar los procesos de arquitectura, ingeniería, y construcción, así como de los productos; para ello, se vio reflejado lo nuevos principios y métodos que genera el desarrollo de los productos y la gestión de la producción, específicamente, para la industria de la construcción, enmarcados por aquellos de la “Producción Lean” con gran éxitos en la manufactura.

Anualmente, en forma alternada en distintos países se realizan conferencias con el fin de constituir un foro para compartir los conceptos y realizar el desarrollo de ideas, y reportar o realizar críticas de implementaciones.

Capítulo Peruano Lean Construction Institute, se creó en el año 2011, con la finalidad de que el sector de la construcción se vea impulsado por las grandes empresas de construcción del Perú, elevando el nivel que tienen de profesionalismo y la eficiencia que generan, en este mismo año se realiza la conferencia anual en el país.

### **2.2.2.3 Estudios sobre desperdicios**

Las investigaciones respecto a los desperdicios que fueron realizadas e impulsadas en el Reino Unido fueron por parte de Building Research Establishment (Establecimiento para la investigación en la construcción, BRE), que generó el estudio de 21 materiales en un total de 114 obras y se llegó a considerar que el estudio es uno de los primeros y más ambiciosos intentos por realizar la medición de los desperdicios que se generan en obra.

La metodología que se utilizó está basada en clasificar en dos categorías, los desperdicios:

**Pérdidas directas:** Referencia a que en el proceso de la construcción tenemos una visión directa y clara de desperdicios. La eliminación del desmonte generado en obra.

**Pérdidas indirectas:** Esta categoría es difícil detectar. El trabajo vicioso se confunde con esta categoría. Dentro de la clasificación se pueden observar en forma física o financiera. Existen tres tipos de pérdidas indirectas que reconocen los autores: Pérdidas por sustitución, (cuando el material utilizado llega a ser más costoso que el otro, ya sea por urgencia o equivocación), pérdidas por producción (se utiliza los materiales para un procedimiento que es necesario, pero no se tenía planeado) y pérdidas por negligencia (Cuando los materiales se utilizan con mayor cantidad en procedimiento).

Se realizó una estimación de pérdidas directas se realizó mediante el levantamiento de tres datos:

**Materiales recibidos:** Hace referencia a los materiales que durante el periodo de ejecución ingresaron a la obra.

**Materiales almacenados:** Hace referencia a hacer un inventario de todos los materiales que no se utilizaron, tanto en la etapa de inicio como al término del período de ejecución.

**Metrado inicial:** En la estructura se analizó la cantidad de materiales. Se estimó ese dato con la valorizaciones del subcontratista o realizando el metrado en los planos del proyecto.

El tipo de pérdida indirecta hace referencia a las correcciones que se dan por el tipo de pérdida:

**Por sustitución:** Se realiza el cálculo de la cantidad de material que se colocó en lugar del material original y convertirlo a metrado equivalente.

Por producción: Se realiza la estimación de la cantidad de material que se utilizó en procedimientos no presentidos y transformarla a las unidades utilizadas en el metrado inicial.

Por negligencia: La colocación de la mayor cantidad de material que la que está proyectado el metrado inicial debe ser multiplicado por un factor de amplificación. Por ejemplo, si a una cierta área se le debe aplicar un recubrimiento de 2 cm. y en lugar de eso, se aplica uno de 3 cm. Deberá multiplicarse esta área por la relación 3/2.

#### **2.2.2.4 Nuevo modelo de producción para la construcción**

La nueva filosofía Lean Construction se orienta y enfoca a la administración de la producción en construcción a fin de obtener un objetivo claro y fundamental que vendría a ser la eliminación de la actividad que no agrega valor. La generalización de los nuevos modelos conceptual es una síntesis, como el JIT (Justo a Tiempo) y el TQM (Gestión total de la calidad)

Ballard y Howell con la intención de contribuir diseñaron un sistema nuevo para planificar y controlar que obtuvo el nombre Last Planner, revolución en cambios de cómo realizar el control de un proyecto de construcción.

Koskela hace la definición del material como un flujo que se obtiene desde la materia prima hasta el producto final. Se procesó el flujo, se inspeccionó, y se detalló si está en espera o transportado. La aplicación del procesamiento hará la representación en la conversión de la producción, la inspección, la espera y el movimiento representan el aspecto de flujo de la producción. El nuevo modelo de producción para la construcción y sus operaciones como proceso.

La principal caracterización de los procesos de flujos serán valor, tiempo y costo. El valor caracteriza al cumplimiento de lo que requiere el cliente. Las actividades de conversión o procesamiento son, en su mayoría, de casos las que no agregan valor.

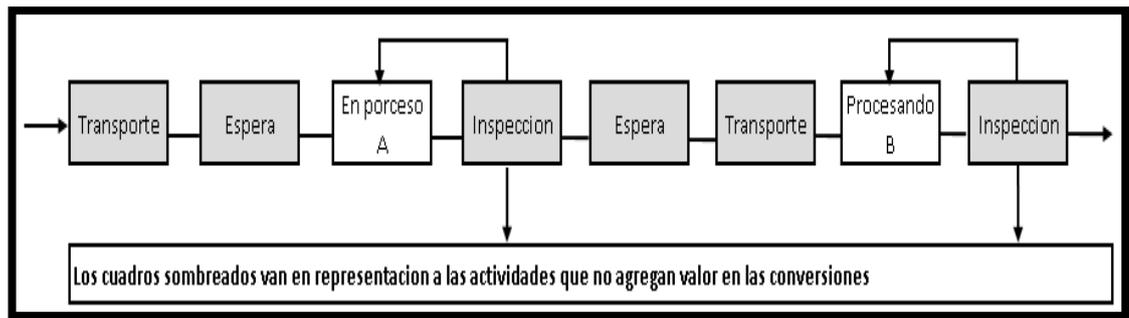


Figura 8. Esquema de proceso de producción, conversión y flujo

Fuente: Koskela (1992)

El nuevo modelo de producción implica una visión dual de la producción, consistente en conversiones y flujos. La eficiencia de la producción se atribuye, tanto a las conversiones como en los flujos. En las actividades de conversión depende del nivel de tecnología, las destrezas, la motivación, etc. En las actividades de flujo, depende de la cantidad de las mismas y la eficiencia con las que estas interactúan con las conversiones, es decir, de la planeación efectuada.

La planeación se encuentra como no considerada en el desarrollo de las actividades como factor fundamental, generado por el simplismo que obtiene el personal a cargo y el enfoque que existe hacia las actividades de conversión como subprocesos del proceso de construcción. Cuando las actividades generan costos también consumen tiempo. Las actividades de conversión son las que agregan valor a los materiales o a la información que está siendo transformada en producto. Las actividades que representan los flujos dentro de la producción son las esperas, transportes e inspecciones.

Los principios tradicionales de gestión, los flujos no han logrado un control tampoco son mejorados, esto conlleva a flujos completos, confusos e inciertos, que generan cifras elevadas de actividades que no agregan valor. Respecto a controlar el proyecto, el tener inconvenientes y solucionarlos constantemente disminuye los recursos en la gestión, que minimizan el tiempo para la planeación, no se gestiona actividades

de mejora o, peor aún, no se realizan ningún tipo de control o inspección para obtener la identificación de pérdidas.

La implementación del nuevo sistema de producción buscara la transformación de las actividades, buscar más eficiencia, como minimizar o eliminar actividades que no lo generen, durante el proceso constructivo en la ejecución y obtener la mayor productividad.

#### **2.2.2.5 Implementación de la filosofía Lean**

El nuevo modelo de producción implementado genera cambios de paradigma. La técnica de koskela se presentan con cuatros factores que serían fundamentales en la implementación con éxito:

- Compromiso de la alta gerencia. El cambio de mentalidad, en general, es fundamental el liderazgo. Se obtiene en la alta gerencia el liderazgo, el esfuerzo visto en diferentes niveles de las organizaciones. Se debe priorizar la aceptación e interiorización desde el nivel alto de la organización, con lo que se lograra una mejor comprensión de la situación en parte de las personas involucradas, quienes obteniendo por fases un cambio cultural.

- Las mejoras y los enfoques en la observación del desempeño. La medición de los procesos se debe enfocar en la gestión y su mejoramiento más no en el desarrollo de las capacidades. Los indicadores deben ser reales de los procesos que permitan identificar las causas de las pérdidas.

- Participación. La obtención de la implementación del nuevo modelo de producción, existe la participación de los colaboradores, los grupos de trabajo pueden generar ideas para la mejora de los procesos.

- Aprendizaje. El aprendizaje a los principios requiere implementación, conceptos, herramientas, técnicas y demás del nuevo modelo de producción. La correcta forma de aprendizaje mediante la implementación en los proyectos que son pilotos a escala limitada. Es deber transmitir todos los resultados obtenidos mediante la implementación en los niveles de organización

## **2.3 Herramientas a utilizarse**

### **2.3.1 Sectorización**

La sectorización tiene como procedencia el realizado de los metrados que vendrían a corresponder al proyecto y es una actividad de suma importancia para que se dé el inicio del tren de trabajo, programación, planificación, enfoque de cuadrillas, etc.

Teniendo en cuenta que la programación maestra se hace relevante e indispensable al tener los sectores identificado en planta para poder realizar la planificación correcta, porque se podría encontrar inconvenientes en la cantidad de sectores y varíen conforme se va avanzando la etapa de casco o las partidas críticas tengan un avance lento.

### **2.3.2 Programación detallada**

Al existir inconvenientes y hechos que se ven afectados en esta obra nos damos cuenta que al analizar el más mínimo detalle, afecta la producción mediante el tren de actividades.

La sectorización obtiene como referencia adecuada los metrados que se dan en los sectores que se deben cumplir con las restricciones, y es insuficiente para realizar una validación de cada sector sea correcto. La programación analiza la zona de trabajo de cada cuadrilla respectiva y generan un mayor control de cada partida que se está trabajando.

La programación toma como objeto principal el número de sectores a trabajar en campo y la programación día a día para cumplir con la sectorización, una vez hecho el tren podremos darnos cuenta de las partidas críticas y observar el cumplimiento de la sectorización.

### **2.3.3 Tren de actividades:**

La realización del tren de actividades nos facilita la integración del sistema de construcción a otro más industrializado, el tren de actividades tiene la misma finalidad enfocada hacia la construcción.

Realizando el avance de las cuadrillas con un tren de uno tras otro que tienen un proceso de sectorización establecidos, anteriormente, para efectuar de manera correcta el tren, se pretende tener un proceso ordenado de trabajo y continuo, además que se identificaran de manera rápida los avances al ubicar las cuadrillas en cada sector. Esta forma de trabajo es de secuencia lineal y frecuente en cada sector por piso el avance de las cuadrillas, en su lugar de trabajo, hace referencia a como el producto realizaría en su línea de ensamblaje en el campo de una fábrica industrial.

#### **2.3.4 Planificación maestra:**

La planificación maestra se realiza con similitud a la planificación hecha en obra asemejándose a la programación tradicional para saber los inicios y fines de cada partida durante la ejecución del proyecto. En el proyecto fue realizado por el ingeniero Residente de obra.

#### **2.3.5 Lookahead plan:**

El Lookahead Plan es una herramienta del sistema Last Planner de esta programación depende de dos factores claves, el mínimo de tiempo que tome levantar las restricciones y ver la variabilidad y la obtención del horizonte máximo que tiene el proyecto. En este caso realizado por el tesista vendría a ser de 4 semanas que es un tiempo adecuado para todo tipo de restricciones.

#### **2.3.6 Programación semanal**

Las programaciones semanales se dan dependiendo de cómo se presente los contratiempo, en obra, para nuestro caso se realiza todos los días sábados una reunión del equipo Staff de obra.

Realizadas y cerradas las actividades libres de restricciones se procedía a otorgar el trabajo a cada cuadrilla en la semana, estableciendo así la cantidad de trabajo.

### **2.3.7 Carta de balance**

Las cartas de balance son unas herramientas con alta potencia del Lean Construction, en que se relaciona como base con el sistema Last Planner en conjunto con la teoría de restricciones y la obra sea efectiva en su gestión. El sistema que se tiene que alcanzar es de producción efectiva realizan el flujo constante, y a la vez, optimizan y terminan el proceso.

La mano de obra obtiene un papel fundamental en el análisis de las cartas de balance conteniendo un proceso específico y detallado de cada actividad de cada colaborador. El caso del Nivel General de Actividad (NGA) divide los trabajos en productivos (TP), Contributorios (TC) y No contributorios (TNC) las cartas balance si se realiza la descripción de las actividades total de manera detallada, cada actividad y trabajo realizado.

### **2.3.8 Sistema Last Planner**

El Sistema Last Planner es una herramienta de planificación, que está diseñado para controlar la productividad de toda obra de construcción en la que se aplique. Fue desarrollado por Herman Glenn Ballard y Gregory A. Howell, basándose en la filosofía de Lean Construction. Las herramientas como el Master Plan, LookAhead Planning, Análisis de Restricciones, Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC), Análisis de Causa – Raíz. Se diseñaron con la finalidad de reducir la variabilidad de las obras e incrementar la productividad en las mismas, así como el nivel de confiabilidad en la planificación.

Ballard (2000). Refiere que, “en última instancia, alguien (un individuo o un grupo) decide qué trabajo físico, específico será realizado mañana. Este tipo de planes han sido llamados asignaciones”. El autor refiere que las personas encargadas de asignar las tareas del día a día, en obra, son denominadas “últimos planificadores”. Esta herramienta abarca de forma conjunta las áreas involucradas de la parte de producción teniendo como principal responsable al residente de obra. Es por ello que la función principal del último planificador se describe en la figura 9.

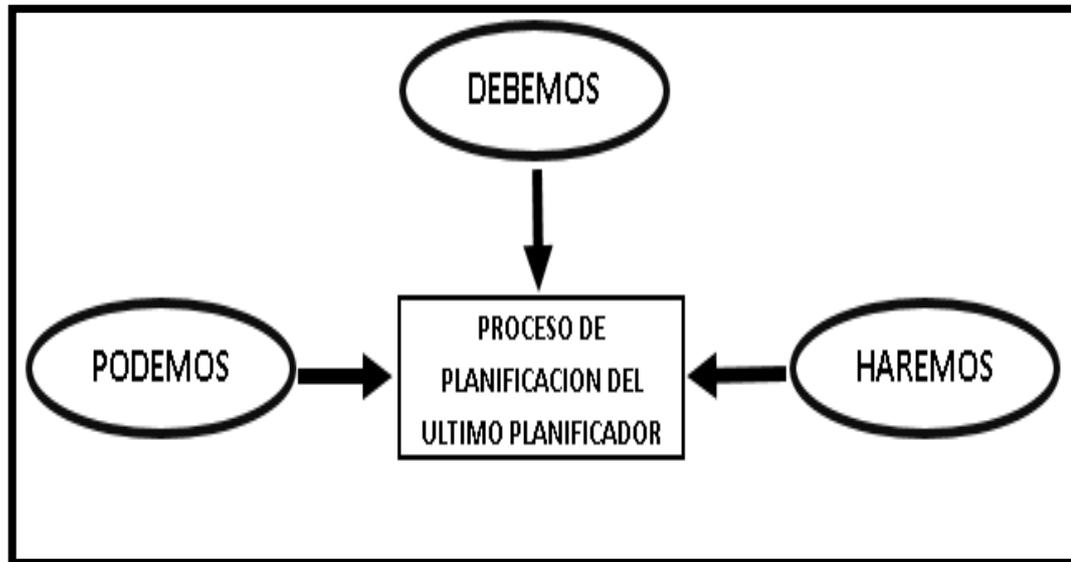


Figura 9. Sistema Last Planner

Fuente: Ballard G. (2000).

El Sistema Last Planner, no solo consiste en tener un nivel de planificación a detalle, sino que a diferencia de la planificación tradicional que define un nivel de planificación macro donde hay un alto porcentaje de incertidumbre de cumplir con las fechas programadas, permite diseñar niveles de planificación con la finalidad de crear colchones o buffers de producción, y así reducen la variabilidad de obra logrando cumplir con los hitos planificados.

El diseño de planificación con el uso de buffers consiste en programar actividades productivas de lunes a viernes, de tal forma de que en caso no se cumpla con la actividad programada, se corren los días en la programación teniendo los días sábados como colchón para cumplir con la planificación semanal.

En la figura 10, se describe el esquema de resumen del Sistema Last Planner como escudo protector entre lo planificado y lo que se debe ejecutar.

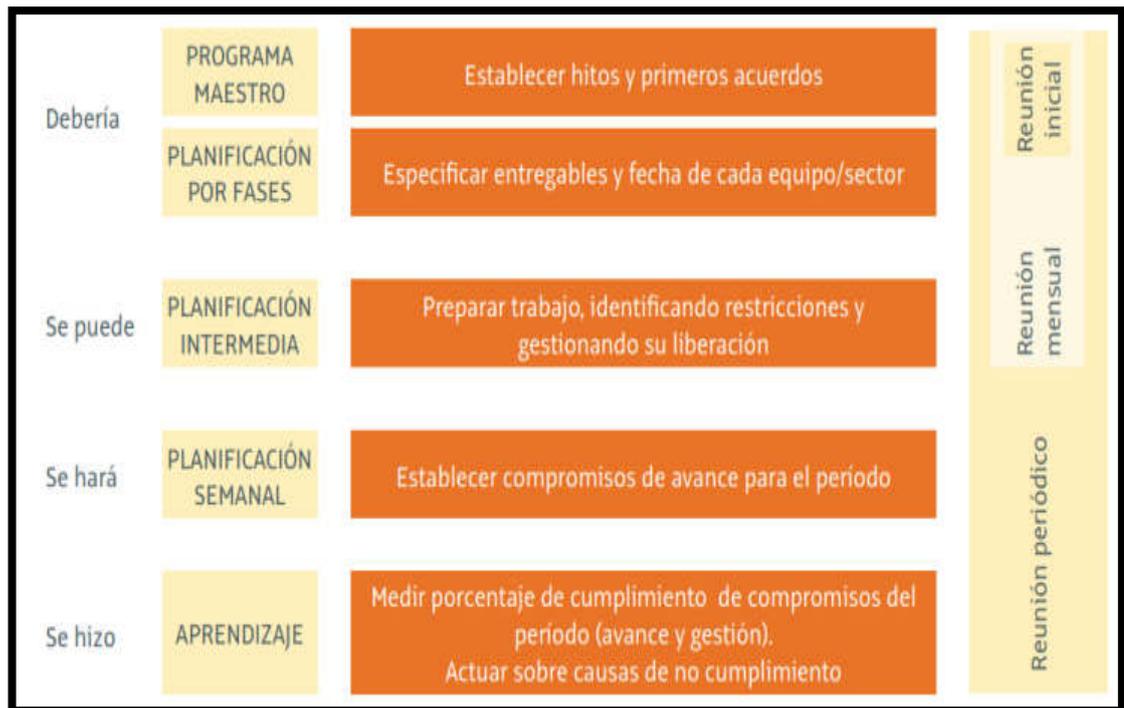


Figura 10. Esquema de resumen Last Planner

Fuente: Pons J. (2014)

El diseño de planificación del Sistema Last Planner comprende varios niveles de planificación. El Plan Maestro es una planificación a largo plazo donde se visualizan los hitos de obra, luego está la planificación intermedia o Lookahead Planning, el cual es una planificación de 4-6 semanas de horizonte que permite analizar las partidas próximas a ejecutar y poder liberar las restricciones, el último nivel es la planificación semanal donde no debe haber ningún tipo de restricciones, los recursos estén aptos y se analice los niveles de productividad y se aplica la mejora continua.

En la siguiente figura 11, se visualiza la estructura general del Sistema Last Planner.

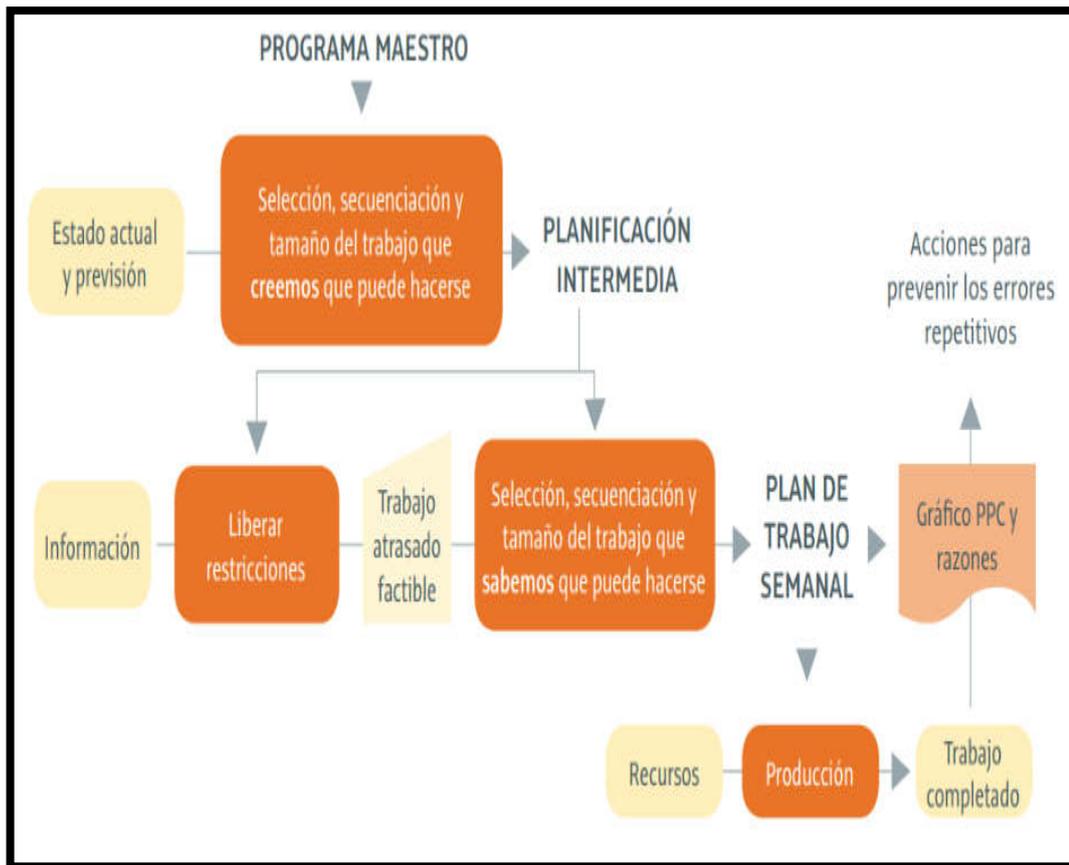


Figura 11. Estructura fundamental del Sistema Last Planner.

Fuente: Pons J. (2014)

### Medición de tiempos para la identificación de pérdidas

Koskela (1992), Poco tiempo después de la presentación del informe técnico del académico Finlandés se empezaron a realizar mediciones de los tiempos de trabajo en las actividades de construcción. El tiempo total para ejecutar una actividad ha sido clasificado de la siguiente manera por diferentes autores:

Tiempo productivo (TP): Es el tiempo empleado en la producción de alguna unidad de construcción. El tiempo empleado en las conversiones, es decir, en las actividades que agregan valor, las actividades por las que el cliente está pagando.



Figura 12. Tiempo productivo encofrado de placas

Elaboración: el autor.

Tiempo contributorio (TC): Es el tiempo empleado en las actividades de apoyo necesarias para ejecutar los trabajos que agregan valor. Los flujos necesarios como transporte, supervisión, etc, se consideran como trabajo contributorio.



Figura 13. Tiempo contributorio

Elaboración: el autor.

Tiempo no contributivo (TNC): Es el tiempo empleado en cualquier otra actividad diferente a las de soporte o productivas. Las esperas, los reprocesos y demás se consideran como trabajo No Contributivo. Diferentes autores consideran el tiempo de descanso y de necesidades fisiológicas como tiempo no contributivo. Sin embargo, dichos tiempos, siempre y cuando se encuentren claramente establecidos, no deberían ser considerados dentro del tiempo total empleado en la producción de unidades de construcción.



Figura 14. Tiempo no contributivo: Viajes improductivos.

Elaboración: el autor.

## 2.4 Definición de términos básicos

Dentro de los términos básicos que se utilizan en la investigación para explicar el proceso de implementación de la metodología Lean Construction en el edificio “Liberty”.

### **2.4.1 Cronograma**

Es un calendario que se realiza compuesto por varias partidas con sus respectivas actividades.

### **2.4.2 Just in time (justo a tiempo)**

Es una herramienta del Last Planner denominado “justo en el tiempo”, donde se realiza la interacción correcta desde la llegada de los materiales con cada transición en el tiempo requerido con lo planificado.

### **2.4.3 Nivel general de actividad**

Se aplica al personal obrero con la finalidad de medir su porcentaje de productividad.

### **2.4.4 Porcentaje del plan de cumplimiento (PPC)**

Esta herramienta permite medir como se van cumpliendo las actividades que se realiza en la semana de producción según lo planificado es una herramienta Las Planner.

### **2.4.5 Valor**

Se define como toda actividad que se brinda al cliente con el fin de recibir una mejora en el producto que se adquiere.

### **2.4.6 Pérdidas**

Se define como toda actividad que no agrega valor al productor terminado pero tiene un costo.

### **2.4.7 Actividades de Valor Agregado- trabajo Productivo**

Hace referencia que en la elaboración de un producto se contribuye con una actividad.

### **2.4.8 Actividades que no agregan valor – trabajo contributorio**

Hace referencia a aquella actividad que no generan valor al producto, pero que son necesarias en la elaboración de este.

#### **2.4.9 Actividades que no agregan valor– trabajo no contributorio**

Es aquella actividad que no genera valor ni es necesaria en la elaboración de un producto.

#### **2.4.10 Esperas**

Hace referencia a cada punto que las personas o producto esperan

#### **2.4.11 Inventarios**

Son material que se encuentran retenidos en el sistema pero no se está dando uso en la elaboración del producto.

#### **2.4.12 Movimientos**

Se realiza el movimiento de cada material o de información que se requiere en cada operación a realizar.

#### **2.4.13 Esfuerzos**

Realiza los movimientos de personas, vendrían a ser también viajes que no se ven relacionados directamente a trabajos productivos.

#### **2.4.14 Trabajos rehechos**

Son los errores que se dan en el proceso, producto o servicio y que se realizaran nuevamente por defecto.

#### **2.4.15 Sobre procesamiento**

Producir por encima del estándar requerido. Realizar pasos innecesarios de producción.

#### **2.4.16 El Lote de producción (LP)**

Son los productos que se obtienen al finalizar la actividad de un sector y que será utilizado en el siguiente en su totalidad.

#### **2.4.17 El lote de transferencia (LT)**

Es la cantidad de productos que se transfiere al finalizar una etapa a la siguiente.

#### **2.4.18 Pull**

Es producir lo necesario, lo preciso y sin generar re trabajos.

#### **2.4.19 Reunión Semanal de producción.**

Para realizar el cumplimiento del plan con éxito es de suma importancia el compromiso de los presentes e involucrados, el sistema realiza el monitoreo por persona es donde se desarrolla el Lookahead Planning mediante el Análisis de Restricciones y otras actividades pendientes con cada persona involucrada en la reunión.

#### **2.4.20 Control del tiempo del ciclo.**

Todo trabajo busca de manera permanente el control total en tiempo del ciclo, si el ciclo aumenta se debe re chequearlos tiempos de la actividad que no agregan valor para que puedan ser disminuidos y mantener el tiempo del ciclo igual al Lead time, teniendo en cuenta que cada proceso tiene actividades paralelas y secuenciales para cada grupo de trabajo.

#### **2.4.21 Panel de control**

Lo utiliza el ingeniero residente de esa manera controla la totalidad de avance de la obra en todas sus partidas sustentando a gerencia y a la jefatura de obra. Sirve para mejorar los periodos anteriores agrupando los indicadores semanales buscando una mejora, son digitalización de documentos no son programación ni planeamiento.

### **2.5 Proceso constructivo**

#### **2.5.1 Colocación de encofrado en muros**

La colocación de encofrado en muros vendría a realizarse con la modulación de paneles previo chequeo luego pasaría al habilitador de obra seguidamente del chequeo del trazo en campo luego se aplica el desmoldante que cumple la función que el concreto no se pegue a la hora de desencofrar para poder plantar el primer panel a una cara, luego se colocan los espárragos, seguidamente encofrando las compuertas de la placa con los pases de tubos o (puntos de tomacorriente, interruptores, luz

de emergencia, intercomunicadores, teléfono, televisión, internet) previo chequeo con el plano una vez corroborado se coloca el panel a otra cara y también para cerrar la placa con la otra compuerta. Para la fijación de la placa, se coloca riele cada 70 cm asegurado por bolillos y puntales una vez acabado todo el proceso se realiza el chequeo de alineamiento y plomada para proceder con el vaciado.

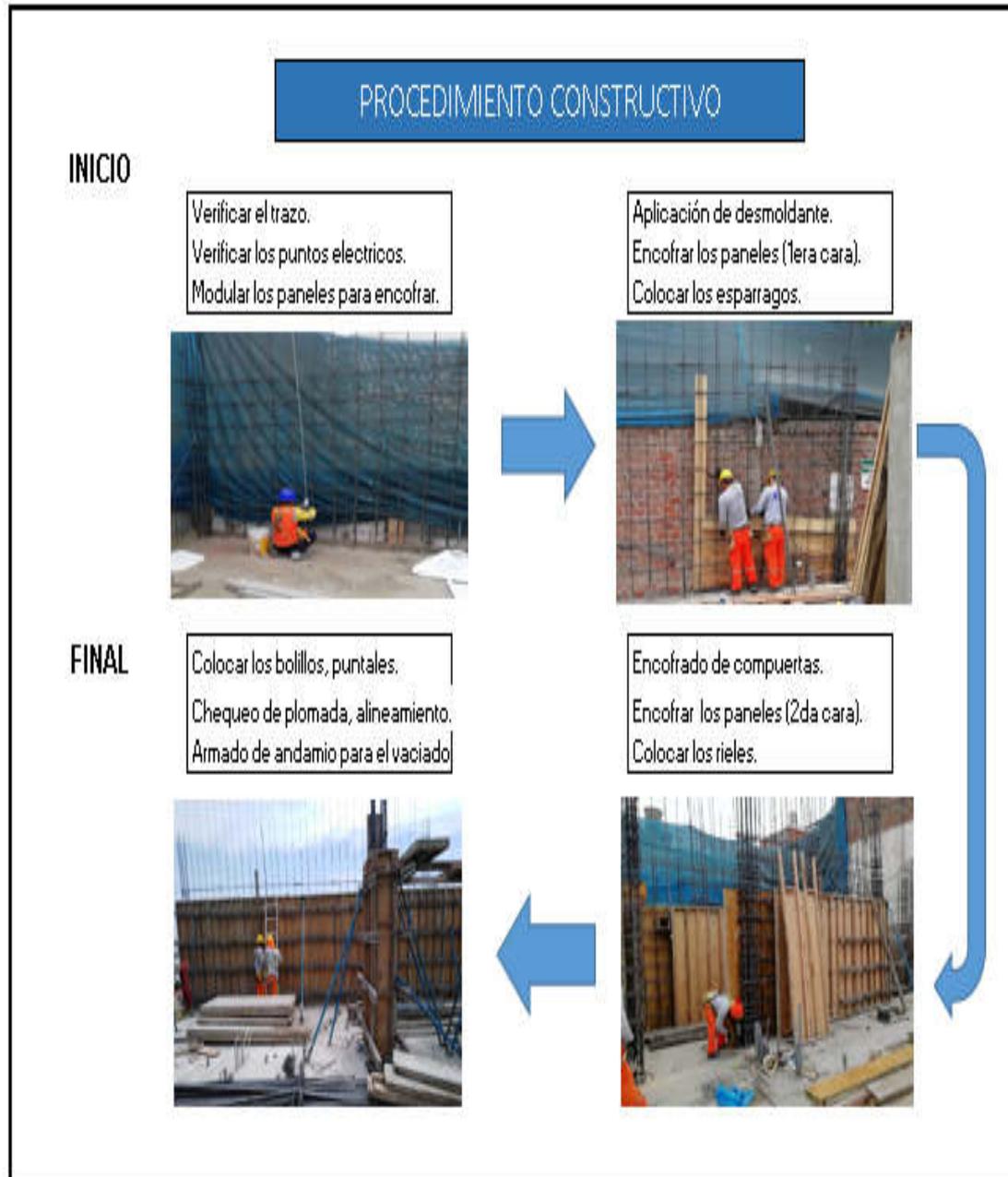


Figura 15. Procedimiento Constructivo del encofrado en muros.

Elaboración: el autor.

### **2.5.2 Colocación de encofrado en losa:**

La colocación de encofrado en losa se realiza con la modulación de paneles referente al plano, existen diferentes ubicaciones en las cuales manda losa aligerada, losa maciza (baños y cocinas). Al momento de empezar a colocar los puntales junto a la solera a una distancia de puntal a puntal como mínimo de 0.50 m. Para el encofrado de las vigas debemos considerar las caras del costado y del fondo según especifica el plano y considerado la colocación de friso que obtendría el volumen de alrededor de toda la losa. Los frisos que se colocan alrededor de la losa se están considerando de madera de 1 1/2" de espesor y la altura de éstos se define de acuerdo al tipo de ladrillo que se utiliza. Para la verificación de las vigas se chequea con la plomada que en teoría debería estar en el trazo y para el nivel de techo se coloca un láser al nivel de la pared antes del vaciado. Para proceder con el chequeo del nivel, se deben fijar los puntales sueltos en todo el sector y ajustar, consecuentemente se procedería a chequear los siguientes niveles.

- Plomada de las vigas encofradas.
- Nivel de la losa con el láser.
- Puntal asegurado para el vaciado.

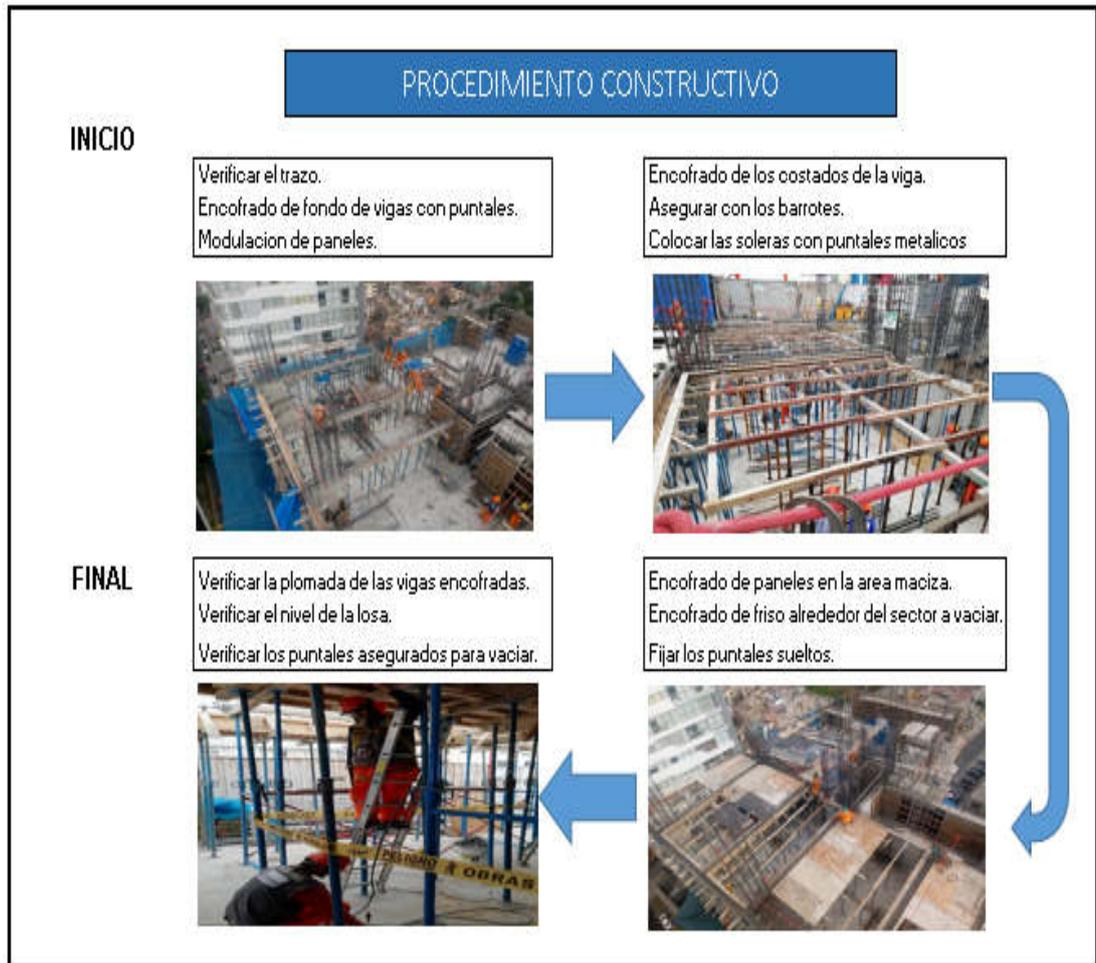


Figura 16. Procedimiento Constructivo del encofrado en losa.

Elaboración: el autor.

### 2.5.3 Colocación de acero en losa

El fierro de viguetas se coloca entre las filas de ladrillo de techo y se enganchan en el fierro de las vigas de confinamiento que van sobre las placas de concreto. El fierro de la losa, llamado también fierro de temperatura, se coloca sobre los ladrillos y en sentido perpendicular a las viguetas, apoyados sobre dados de concreto de 2 cm. de espesor, que se colocan encima de los ladrillos de techo.

El fierro de temperatura tiene como función evitar el agrietamiento de la losa. Generalmente, se utiliza varillas de 6 mm ó 4.7 mm. Estas varillas se amarran a los bastones de las viguetas y a las vigas de amarre cada 25 cm de distancia.

Las vigas: Luego de que las vigas han sido armadas, debemos verificar que los diámetros de las varillas utilizadas, así como el espaciamiento de los estribos, estén de acuerdo con el plano de estructuras. Se debe revisar que los diámetros de las varillas el espaciamiento de estribo corresponda al plano.



Figura 17. Habilitación y colocación de acero en el casco.

Elaboración: el autor.

Las armaduras de fierro no deben chocar en ningún punto con el encofrado para eso se coloca unos dados de concreto según el tipo de viga, el recubrimiento puede ser de 2 a 4 cm.

#### **2.5.4 Vaciado de concreto en losa y muros**

Antes de realizar el vaciado de concreto en losa, se debe verificar el nivel del techo seguidamente se colocan los puntos en la losa para nivelar el reglado como también es primordial observar los fierros correctamente tortoleados las tuberías de electricidad (centro de luz, dicroicos) que estén correctamente amarrados conforme indica el plano. Verificar las instalaciones

sanitarias realizando la prueba de estanquidad y las instalaciones de gas, dejan los puntos correspondientes según indica el plano, después de verificar estos aspectos se puede realizar el vaciado. Durante el vaciado se considera llenar primero las vigas, viguetas y luego la losa.

Para la correcta compactación del concreto, se debe utilizar una vibradora mecánica, no se debe vibrar en exceso porque podría causar daños a las instalaciones o también a los componentes del concreto que se podrían separar. Finalmente la losa debe quedar lo más posible con el reglado y a nivel de los puntos, se hace la verificación colocando una regla de aluminio para evitar amolar el piso más adelante. Luego de 24 horas se cura la losa con abundante agua para evitar rajaduras y permitir al concreto alcanzar su resistencia.

Para realizar el vaciado de muros o columnas, previo se debe realizar el chequeo de la plomada en la parte alta y baja como también del alineamiento con el cordel, luego se debe colocar un andamio y con la ayuda de la torre grúa y el balde se procede con el vaciado. Debemos tener en consideración que los dados de recubrimiento estén colocados correctamente y a la hora de hacer el vibrado, en el caso de placas, se debe realizar por capas para poder esparcir correctamente la uniformidad del concreto y no se presenten cangrejas.



Figura 18. Vaciado de concreto.

Elaboración: el autor.

## 2.6 Hipótesis

### 2.6.1 Hipótesis general:

- La implementación de la metodología Lean Construction utilizada en la construcción multifamiliar Edificio Liberty mejora la productividad.

### 2.6.2 Hipótesis específicas:

- La correcta aplicación de la herramienta análisis de restricciones de la metodología Lean Construction contribuye con la mejora de producción, costos y optimización de procesos, es el adecuado.
- La correcta aplicación de la herramienta carta de balance de la metodología Lean Construction contribuye con la mejora de producción, costos y optimización de procesos, es el adecuado.
- La correcta aplicación de la herramienta diagrama de flujo de la metodología Lean Construction contribuye con la mejora de producción, costos y optimización de procesos, es el adecuado.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo de investigación**

La orientación de la investigación es aplicada, analiza los problemas que existen como los desperdicios que se originan en obra y evalúan los indicadores que son propuestos.

Enfoque cuantitativo, se enfoca de una manera cuantitativa porque se basa en los porcentajes de las mediciones de los indicadores que se están planteando.

La investigación es descriptiva porque se busca describir el flujo y los procedimientos que se realizan en campo para la medición de cada uno de sus indicadores.

### **3.2 Nivel de la investigación**

Descriptivo, porque se tiene los resultados de la herramienta porcentaje de plan cumplido para luego ser analizado y estudiado, hallando los parámetros de esa manera medir la productividad en campo de la obra.

### **3.3 Diseño de investigación**

No experimental, porque se realiza sin manipular los indicadores, evaluar tal y como se ve y se realizan las actividades desarrolladas en campo.

Longitudinal, porque se analiza e investiga a una misma cuadrilla de manera repetida durante el día del trabajo, con eso se va a requerir el manejo de datos estadísticos.

Prospectivo, porque se va a requerir si o si estar en campo para poder obtener los datos, para ver los tiempos, velocidades, productividad optimizar el número de trabajadores y la observación de ejecución en ese instante.

### 3.4 Variables

**Variable independiente:** Metodología Lean Construction

**Variable dependiente:** Mejora de la productividad.

VARIABLE	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTOS
Metodología Lean Construction.	Análisis de Restricciones	-Actividades procesadas. -Análisis de incumplimientos.	Formatos
	Carta de Balance	-Tiempo productivo. -Tiempo contributorio. -Tiempo no contributorio.	Formatos
	Diagrama de Flujo	-Diagrama en planta. -Análisis de ratios. -Análisis de rendimientos.	Formatos

Cuadro 1. Variable independiente

Elaboración: el autor.

Cuadro 2. Variable dependiente

VARIABLE	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTOS
Mejora de la productividad.	Mano de obra.	-Trabajos preliminares y generales- -Estructura de acero y encofrado.	Formatos
	Material.	-Epp -Cemento, ladrillos, acero, encofrado, hormigón	Formatos
	Ratios de actividades.	- Implementación del plan de mejora en la productividad. -Medición de ratios durante el plan de ejecución -Medición de ratios después de implementar el plan	Formatos

Cuadro 3. Variable dependiente.

Elaboración: el autor.

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

La población de la presente investigación está implicado a todos los que forman parte de la construcción del proyecto “Edificio Multifamiliar Liberty, ubicado en el departamento de Lima distrito de Pueblo Libre”.

#### **3.4.2 Muestra**

La muestra que se utiliza, en el presente trabajo de investigación, involucraría al personal de la obra en campo, ayudantes, oficiales, operarios, capataces, staff de obra que se encuentra involucrados directamente con las partidas correspondientes analizar durante el periodo que corresponde

Partidas de acero, encofrado, vaciado de concreto en losa, columnas y placas en el edificio multifamiliar “Edificio Liberty” ubicada en el distrito de Pueblo Libre – Lima.

#### **3.4.3 Técnica para la recolección de datos**

La realización de la planificación de esta investigación tenga confiabilidad se encuentra basado por la teoría Lean Construction, en la cual muestra los resultados de la planificación. Se cuenta con toda la información necesaria para proyectar la metodología como planes de trabajo, metrados, presupuesto, fichas técnicas de materiales.

En el transcurso de la implementación de las herramientas Lean Construction mediante formatos que fueron llenados por la medición de datos:

- Cronograma maestro.
- Sectorización.
- Tren de actividades.

- Lookahead.
- Plan Semanal.
- Tareo diario.
- Porcentaje de plan cumplido.
- Análisis de restricciones.
- Carta de balance.
- Diagrama de flujo.

#### **3.4.4 Instrumento para el procesamiento de la información.**

Todos los formatos mencionados se usaran junto a la recolección de datos en campo que son cualitativos y cuantitativos para proceder a ser representados en gráficos, tablas y figuras que hacen referencia en la demostración de la hipótesis de la presente investigación.

Los datos que se obtuvieron y que se pretende procesarlos mediante lo siguientes:

- Microsoft Excel.
- Microsoft Power Point.
- Formatos.
- AutoCAD.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **4.1 Datos generales del proyecto**

##### **4.1.1 Descripción del proyecto**

La descripción del proyecto en el cual se realizó el estudio y análisis de la presente tesis es el edificio “Liberty” de Pueblo Libre, ubicado en Manuel Cipriano Dulanto (ex-Cueva) 1707 – en el distrito de Pueblo Libre, provincia y departamento de Lima. Esta obra se encuentra generalmente está cerca de parques, centro comercial y bancos. En líneas generales, consta de dos edificaciones ubicadas al frente con un diseño moderno una edificación de 15 a 20 niveles. La residencial se encuentra en zona, sin mayor tráfico.

El edificio consta de 4 sótanos para estacionamientos y depósitos con un 5to sótano que consigna a la cisterna y cuarto de máquinas, 19 pisos de departamentos y una azotea con áreas comunes. En el piso 1, se encuentra el hall principal y un mini gimnasio, los departamentos del piso 2 al 12 forman 4 departamentos por piso, seguidamente del 13 al 19 disminuyen a 3 departamento por piso seguido del piso 20 que forman dos departamentos por piso con una totalidad de 67 departamentos desde 62 hasta 130 m<sup>2</sup> en todo el edificio. El piso 21 cuenta con las áreas comunes (zona de parrillas, sala de juego para niños y sum).

El sistema del edificio es a porticado los elementos estructurales son vigas en columnas y reforzada por placas íntegramente de concreto, conocido como muros de ductilidad de concreto. La tabiquería de los departamentos es ladrillo silicocalcareo. Los sótanos han sido construidos por muro pantallas y prelosas prefabricadas. Desde el piso 1 hasta el piso 21. Es un sistema típico construido con viguetas y bovedillas de concreto. Las columnas cuentan con una resistencia de  $F' c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  seguido de muros de doble malla con acero horizontal y vertical muros de 25 a 30 cm del piso 13 al 20 disminuyen a 20 y 15 cm. La losa es aligerada y maciza (baños y cocinas) de 20 cm de espesor y doble malla de acero.

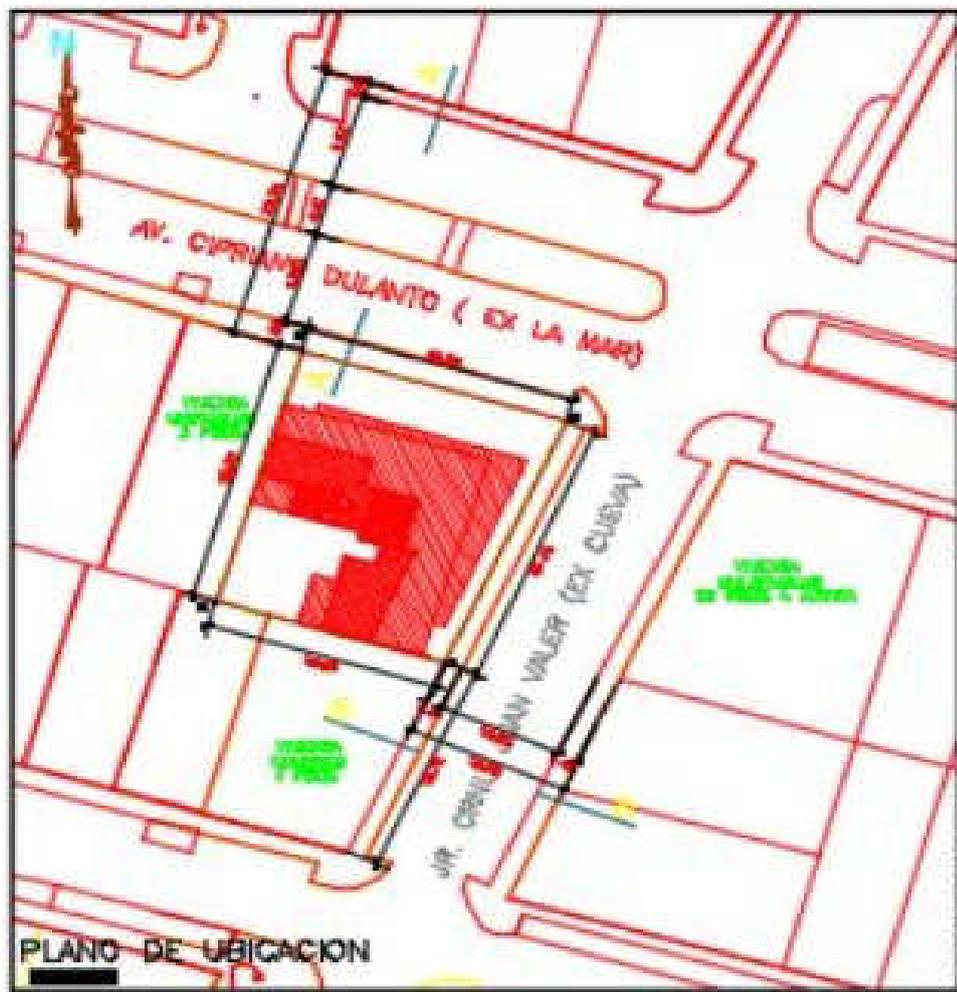


Figura 19. Ubicación de la obra  
Elaboración: Plano de ubicación Lugano.

#### 4.1.2 Descripción de la empresa

La empresa PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO SAC fue fundada en la ciudad de Lima por socios capitales peruanos un 20 de junio del 2003. El objetivo principal es proveer a las familias peruanas de viviendas cómodas, seguras y con estructuras funcionales, con capacidad de brindar un estándar con acabados de primera.

PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO tiene una trayectoria en la industria de la construcción con una variedad de proyectos realizados. Siendo parte de la asociación inmobiliarias del Perú que construyen sus proyectos de la mano de ingenieros y arquitectos con capacidad para brindar la calidad necesaria Actualmente se encuentra ejecutando dos proyectos de edificios multifamiliares, proyecto “Liberty” seguido de “Céntrica Vip”.



Figura 20. Edificio Liberty

Elaboración: Pagina web [www.Luganosac.com](http://www.Luganosac.com).

### 4.1.3 Organigrama de obra.

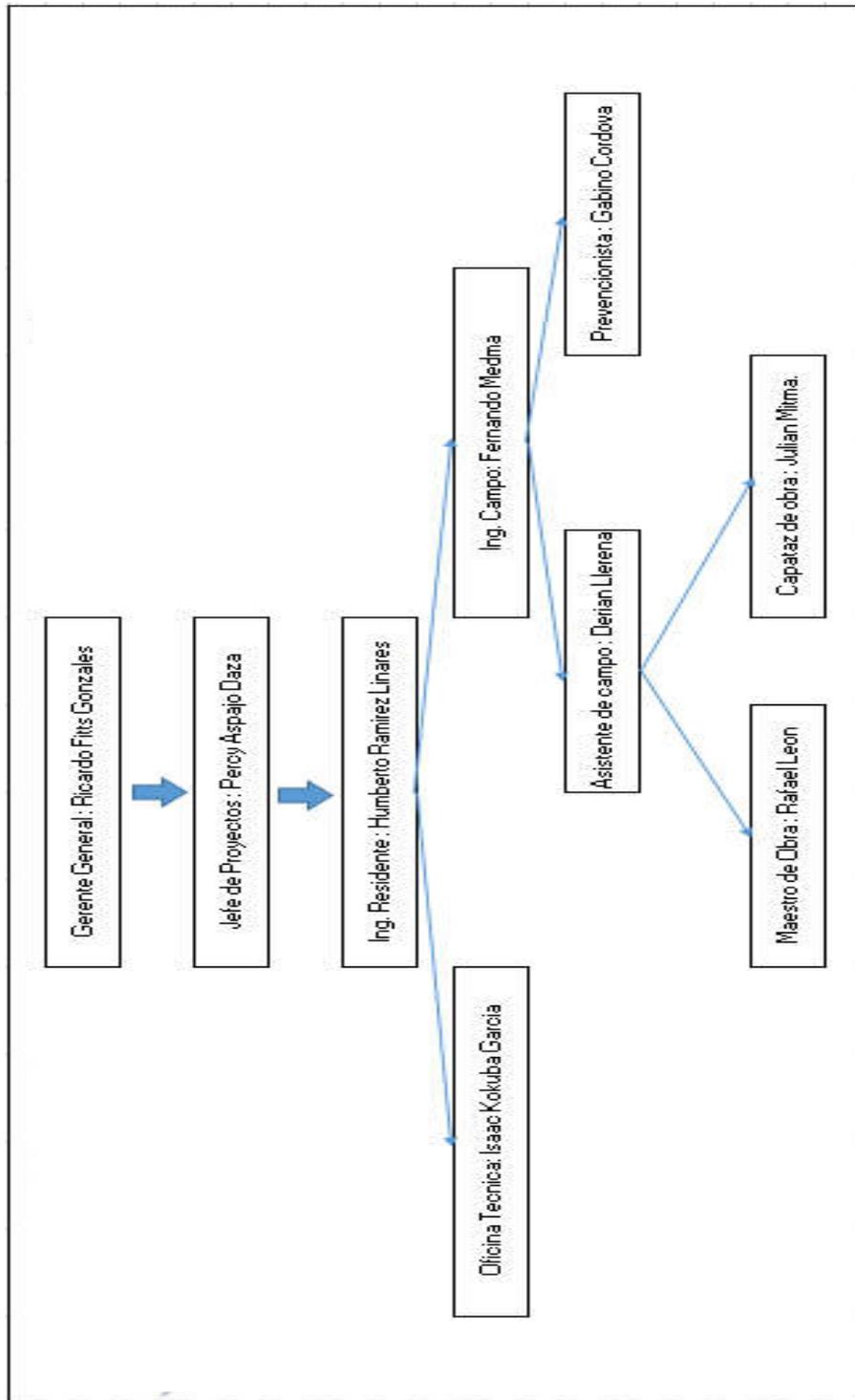


Figura 21. Organigrama de Obra

Elaboración: el autor

#### 4.1.4 Proveedores y contratistas

PRINCIPALES PROVEEDORES		
CONCRETO	UNION DE CONCRETERAS S.A.C	
ENCORADO	NOPIN ENCOFRA S.A.C	
ACERO	ACERO TRADI S.A	
TUBERIA PVC	NICOLL S.A	

Cuadro 4. Cuadro de principales proveedores

Elaboración: el autor

PRINCIPALES CONTRATISTAS		
ENCFORADO DE ELEMENTOS VERTICALES Y HORIZONATLES	UNION DE CONCRETERAS S.A.C	
ACERO	2 A INGENIEROS	
INSTALACIONES ELECTRICAS	URIBE SAC	
VENTANAS	SANTA CRUZ	

Cuadro 5. Cuadro de principales contratistas.

Elaboración: el autor.

## 4.2 Cronograma Maestro de Obra

Este cronograma conlleva los hitos de comienzo y fin de las partidas o paquetes que se van realizando en el proyecto considerado desde la etapa de excavación hasta la etapa de acabados. Para realizar la correcta programación se deben considerar las siguientes fases.

- Estructuras
- Arquitectura
- Instalaciones eléctricas
- Instalaciones sanitarias
- Instalaciones mecánicas
- Equipamiento

En la figura 22, la programación maestra de obra comprende el inicio y fin de cada ítem, las partidas que se ejecutan durante toda la ejecución de la obra marcan las entregas del término de cada partida, aproximando la culminación con una aproximación de entrega de los trabajos. En la fase de estructuras, se ha considerado desde las obras preliminares (demolición), movimiento de tierras (excavación), concreto simple y concreto armado considerando los muros pantallas y el casco del edificio una semana por piso techado y en equipamiento se considera el inicio y fin del ascensor y de la subestación eléctrica.

## CRONOGRAMA DE AVANCE DE OBRA " LIBERTY "

PROPIETARIO  
OBRA  
UBICACIÓN  
FECHA

PROYECTO S Y CONSTRUCCIONES LUGANO S.A.O  
LIBERTY  
AV CIPRIANO DULANTO 1707  
11/06/2018

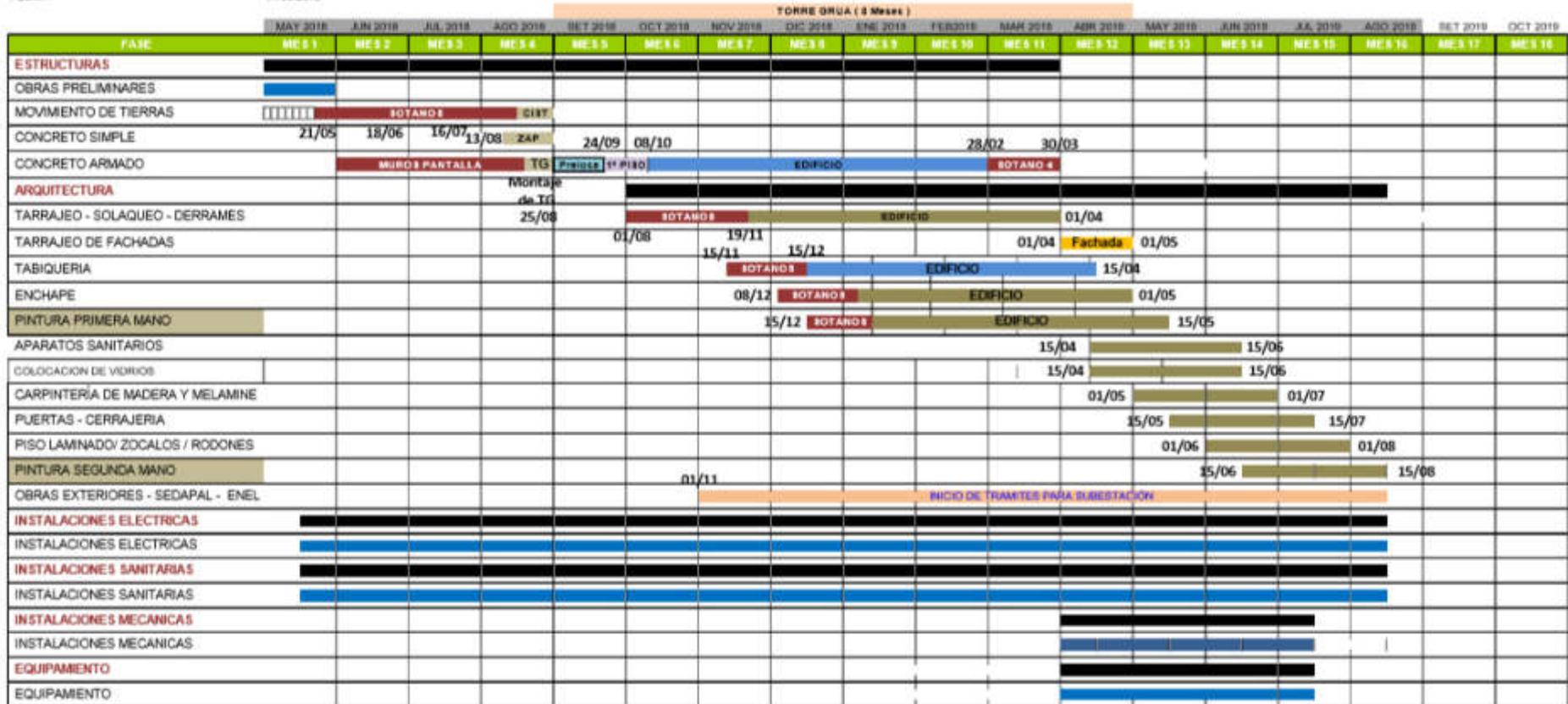


Figura 22. Programación Maestra

Elaboración: el autor.

## **4.3 Sectorización y tren de trabajo**

### **4.3.1 Sectorización de la obra**

- Obtenido el cronograma maestro, se inicia con la sectorización y evaluación que el tren de trabajo no se paralice.
- Para esto debemos de ver la cuadrilla de encofrado y colocación de concreto, considerando la cantidad la cantidad de m<sup>2</sup> en el encofrado y m<sup>3</sup> en el vaciado.
- Como área el total de terreno construido se tuvo que sectorizar homogéneamente para poder cumplir con la programación y, a la vez, ajustarla. Se tuvo en consideración el corte de la losa respetando un 1/3 de la luz de la viga.
- El permiso de la Municipalidad de Lima podría jugar en contra de nuestra labor es un factor importante para la sectorización y programación.

#### **4.3.1.1 Primera iteración:**

Para la primera iteración de sectorización, en la figura 23, se está considerando dos sectores y obtener el metrado lo más homogéneos posible. Al realizar esta sectorización es de 5 días de vaciado y 2 días de trabajos pre techado. Se tuvieron un total de 7 días trabajados de piso a techo considerando 8 horas de lunes a viernes y sábado 5 horas y 30 min. De esta manera sacamos la conclusión de que con 2 sectores no homogéneos tendríamos los siguientes detalles.

- Incumplimiento de la hora de entrega de cada cuadrilla de su trabajo.
- Tiempo muerto entre personal de casa y eléctricos.
- Mixer de Unicon esperando en obra.
- Torre grúa sin utilizar.

1era iteración		
Sector	Volumen	Encofrado
Sector 01	42.94	202.09
Sector 02	18.64	110.48
Total	61.58	312.57

Cuadro 6. Metrado de la 1era iteración

Elaboración: el autor.

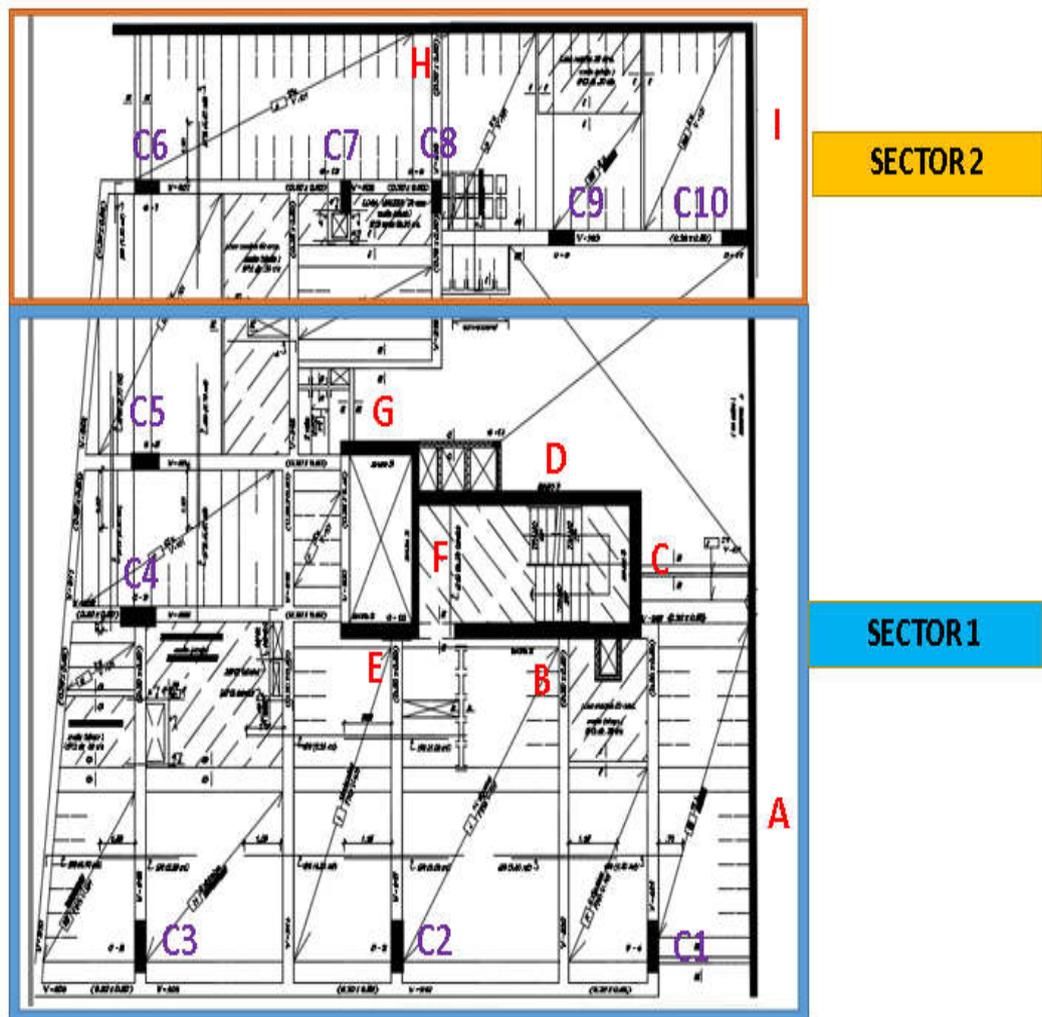


Figura 23. Plano sectorizado 1era iteración

Elaboración: el autor.

#### 4.3.1.2 Segunda iteración

Para la segunda iteración de sectorización, en la figura 24, se está considerando tres sectores de vaciado. Al realizar esta sectorización obtenemos 4 días de vaciado y 2 días de trabajos pre techado, fueron un total de 6 días trabajados de piso a techo considerando 8 horas de lunes a viernes y sábado de 5 horas y 30 min. Teniendo en consideración el corte de la losa respetando un 1/3 de la luz de la viga. De esta manera, se concluye que con tres sectores homogéneos se tuvieron los siguientes detalles.

- Cumplimiento de la hora de entrega de cada cuadrilla su trabajo: Mientras más campo exista en el sector las cuadrillas corren constantemente en su actividad programada, una manera de motivar al personal es dando tarea cumpliendo con su metrado antes de la hora podían retirarse a descansar.
- Tiempo muerto entre personal de casa (Lugano) y eléctricos: El tiempo muerto se eliminaría porque el flujo está ajustado, sería más constante en todas las partidas para poder realizar la correcta entrega de sus actividades.
- Mixer de Unicon esperando en obra: Un mixer ubicado fuera de una obra sin vaciar concreto hace referencia a retrasos en la programación diaria y semanal por motivo de incumplimiento en las partidas.
- Torre grúa sin utilizar: La torre grúa debería funcionar las 8 horas laborable en diferente partidas como (concreto, llegada de materiales etc.) si no se programan correctamente las partidas se paralizan.

2da iteración		
Sector	Volumen	Encofrado
Sector 01	19.73	97.51
Sector 02	23.21	104.58
Sector 03	18.64	110.48
Total	61.58	312.57

Cuadro 7. Metrado de la 2da iteración

Elaboración: el autor.

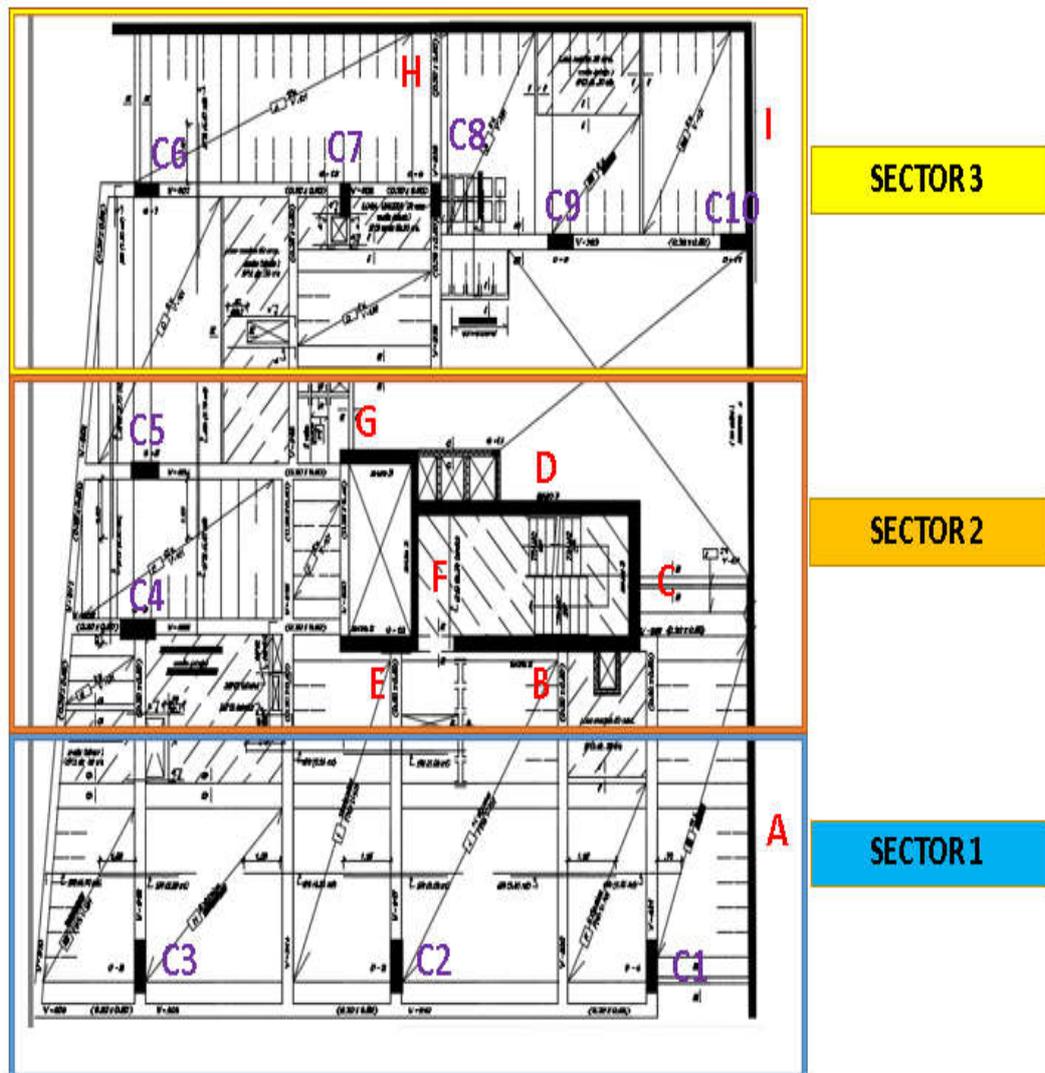


Figura 24. Plano sectorizado 2da iteración

Elaboración: el autor

Se obtienen los cuadros de resúmenes de cada iteración.

1era iteración		
Sector	Volumen	Encofrado
Sector 01	42.94	202.09
Sector 02	18.64	110.48
Total	61.58	312.57

Cuadro 8. Primera Iteración

Elaboración: el autor.

2da iteración		
Sector	Volumen	Encofrado
Sector 01	19.73	97.51
Sector 02	23.21	104.58
Sector 03	18.64	110.48
Total	61.58	312.57

Cuadro 9. Segunda iteración

Elaboración: el autor.

#### 4.3.2 Tren de actividades

Para realizar el tren de actividades debemos definir los elementos verticales y horizontales.

**Elementos verticales:** Para los elementos verticales obtenemos lo siguiente:

VACIADO DE MUROS						
Muros	Perímetro	Longitud	Espesor	Altura	Encofrado	Volumen
A	18.3	8.95	0.2	2.4	43.92	4.30
B	22	10.7	0.3	2.4	52.8	7.70
C	5.5	2.45	0.3	2.4	13.2	1.76
D	13.3	6.35	0.3	2.4	31.92	4.57
E	5.1	2.25	0.3	2.4	12.24	1.62
F	7.6	3.35	0.3	2.4	18.24	2.41
G	5.1	2.25	0.3	2.4	12.24	1.62
H	37.28	18.34	0.2	2.4	89.472	8.80
I	9.32	4.46	0.2	2.4	22.368	2.14

Cuadro 10. Metrado de muros

Elaboración: el autor.

VACIADO DE COLUMNAS					
Columnas	Ancho	Alto	Espesor	Volumen	Encofrado
Col 1	1.10	2.40	0.30	0.79	3.64
Col 2	1.10	2.40	0.35	0.92	3.88
Col 3	1.10	2.40	0.30	0.79	3.64
Col 4	1.00	2.40	0.40	0.96	3.92
Col 5	0.80	2.40	0.35	0.67	3.28
Col 6	0.70	2.40	0.30	0.50	2.84
Col 7	0.70	2.40	0.30	0.50	2.84
Col 8	0.70	2.40	0.30	0.50	2.84
Col 9	0.70	2.40	0.30	0.50	2.84
Col 10	0.70	2.40	0.30	0.50	2.84

Cuadro 11. Metrado de columnas

Elaboración: el autor.

**Elementos horizontales:** Para los elementos horizontales obtenemos lo siguiente:

VACIADO DE LOSA						
Sectores	Área	espesor	Largo	Ancho	Volumen	Encofrado
Sector 1	97.51	0.2	4.82	20.47	19.73	97.51
Sector 2	104.58	0.2	7.18	16.16	23.21	104.58
Sector 3	110.48	0.2	7.92	11.77	18.64	110.48

Cuadro 12. Metrado de losas

Elaboración: el autor.

Luego de obtener los metrados y los sectores podemos definir nuestro tren de actividades teniendo en consideración lo siguiente.

- No se debe exceder el horario establecido por la municipalidad de Pueblo Libre.
- La frecuencia de vaciado deberá ser de 40 minutos para poder cumplir con la sectorización

- Al momento de vaciar el concreto tanto elementos horizontales como verticales debemos tener en cuenta la resistencia de cada elemento estructural.

Tren de actividades			
Frecuencia de vaciado			40 min
#Días	Partida	Volumen	Encofrado
DIA 1	Sector 01	19.73	97.51
	Total	19.73	97.51
DIA 2	Sector 02	23.21	104.58
	C1:C3	2.5	11.16
	Total	25.71	115.74
DIA 3	Sector 03	18.64	110.48
	C4:C5	1.63	7.2
	Muro(A:G)	23.99	184.52
	Total	44.26	302.2
DIA 4	Muro (H, I)	10.94	111.84
	C6:C10	2.5	14.2
	Total	13.44	126.04

Cuadro 13. Tren de actividades.

Elaboración: el autor.

Como se puede proyectar tenemos un tren de trabajo conforme.

- Día 1: Se realiza el vaciado de todo el sector 01 de concreto un total de 21 m<sup>3</sup> que vendría a ser 3 unidades de UNICON con una frecuencia de 40 minutos en el vaciado comenzando el vaciado desde las 9 am.
- Día 2: Se realiza el vaciado del sector 02 un total de 23.21 m<sup>3</sup> de concreto vendría a ser un total de 3 unidades de UNICON comenzando a las 9 de la mañana con una frecuencia de 40 minutos. Y seguidamente se realizara el vaciado de las columnas con una resistencia de 280 y un volumen de 3 m<sup>3</sup>.
- Día 3: Se realiza el vaciado del sector 03 de concreto un total de 18.64 m<sup>3</sup> de concreto vendría a ser 3 unidades de UNICON comenzando a las 9 de la mañana. Seguidamente se realizara el

vaciado de las columnas y muro del sector 02 con un total de 25.62 de concreto que vendría a ser 4 unidades de UNICON con una frecuencia de 40 minutos comenzando el vaciado desde las 1:00 pm.

- Día 4: Se realiza el vaciado de los muros y columnas del sector 03 un total de 13.44 m<sup>3</sup> de concreto que vendría a ser 2 unidades de UNICON con una frecuencia de 40 minutos el vaciado comenzar desde las 2:00 pm.

#### **4.3.3 Tareo Diario**

Al comenzar la jornada se realiza la entrega del formato de tareo diario figura 25 a los siguientes encargados:

- Capataz de fierros.
- Capataz de carpinteros.
- Capataz de eléctricos.
- Capataz de sanitarios.
- Capataz albañilería.
- Prevencionista de riesgos.
- Maestro de obra.
- Asistente de campo.

En el formato de tareo del personal diario se detalla cada actividad y partida que se va a determinar día a día. Se controla la hora de inicio de las actividades como la hora de finalización de las actividades. A raíz de ese control de dichos trabajos, podemos ver el avance diario del personal. Al finalizar el día cada encargado es el responsable de llenarlo con los datos que se registró y entregarlo al ingeniero de campo para que pueda realizar su análisis de cada partida.

Este parte hace que el ingeniero toma las precauciones convenientes y hacer una entrega antes de la hora de finalizar la jornada con la finalidad de que todos los capataces se encuentren informado de las actividades a realizarse al día siguiente y se pueda transmitir al personal.

"PROGRAMACION DIARIA EDIFICIO LIBERTY "									
TAREO DEL PERSONAL DIARIO									
Elaborado por : Derian Llerena									
ITEM	CUADRILLA	CATEGORIA	DESCRIPCION	ACTIVIDAD	UND	METRADO	HORARIO		
<b>10.01 PERSONAL TECNICO</b>									
<b>MAESTRO DE OBRA</b>									
1.0	Rafael Leon Cahuana	Operario	Maestro de Obra	Encargado de la topografía y del control del personal de la empresa	.	.	08:00	a	17:00
<b>TOPOGRAFIA</b>									
1.0	Jean Carlos Ochoa Salazar	Ayudante	Asist. Topografo	Encargado del trazo de las diferentes partidas	.	.	08:00	a	17:00
2.0	Andres Serra Rodriguez	Ayudante	Campo	Apoyo del Asis. Topografo con los trazos.	.	.	08:00	a	17:00
<b>03.08 ACABADO DE PISO (Mino de Obra)</b>									
<b>ACABADO DE PISO EN EDIFICIO</b>									
1.0	Litonatan Ramaycuna Chilon	Operario	Campo	Encargado del acabado de piso	m2	30	08:00	a	17:00
2.0	Yuri Leon Huayhua	Operario	Campo	Encargado del acabado de piso	m2	30	08:00	a	17:00
3.0	Yori Sevilla Quispe	Operario	Campo	Encargado del acabado de piso	m2	30	08:00	a	17:00
4.0	Clayder Tuanama Anrama	Operario	Campo	Encargado del acabado de piso	m2	30	08:00	a	17:00
5.0	Jorge Perez Huaman	Operario	Campo	Encargado del acabado de piso	m2	30	08:00	a	17:00
6.0	Jose Saavedra Hernandez	Ayudante	Campo	Encargado de la vibradora en el vaciado.			07:30	a	17:00
7.0	Leoncio Prietel Plasencia	Ayudante	Campo	Encargado de rastillar el concreto			07:30	a	17:00
<b>04.02 TARRAJEO Y REVOQUE \$ (Mino de Obra)</b>									
<b>TARRAJEO CIELO RASO EN DPTO \$</b>									
1.0	Alfredo Gamboa Chilingano	Operario	Campo	Encargo de cielo raso en techos de departamento	m2	20	07:30	a	18:00
2.0	Sario Gamboa Chilingano	Operario	Campo	Encargo de cielo raso en techos de departamento	m2	20	07:30	a	18:00
3.0	Fernando Toribio Mina Borja	Operario	Campo	Encargo de cielo raso en techos de departamento	m2	20	07:30	a	18:00
4.0	Chumbe Zavallos Cesar	Ayudante	Campo	Recibir material y abastecer la mezcla a los operarios	.	.	07:30	a	17:00
5.0	Nazario Loyola Alcantara	Ayudante	Campo	Encargado de picar y colocar andamio a los operarios	.	.	07:30	a	17:00
<b>04.02 TARRAJEO Y REVOQUE \$ (Mino de Obra)</b>									
<b>TRABAJO \$ EN DPTO \$ Y AREAS COMUNES</b>									
1.0	Julian Miima Huarcaya	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en muros	m2	20	07:30	a	18:00
2.0	Eduardo Gamboa Chilingano	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en muros	m2	20	07:30	a	18:00
3.0	Emiliano Quispe Rojas	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en muros	m2	20	07:30	a	18:00
4.0	Lino Poma Romero	Ayudante	Campo	Recibir material y abastecer la mezcla a los operarios					
5.0	Luis Elises Huaman	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en muros	m2	20	07:30	a	18:00
6.0	Yory Elises Huaman	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en muros	m2	20	07:30	a	18:00

Figura 25. Programación Diaria.

Elaboración: el autor.

#### 4.4 Planeamiento y Lookahead de 4 Semanas

LOOKAHEAD Proyecto: Edificio "Liberty"																												
Propietario : Proyectos y construcciones LUGANO													Elaborado por : Derian Llerena						Revisado por : Ing. Humberto Ramirez									
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	SEMANA 24							SEMANA 25							SEMANA 26							SEMANA 27						
	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>ESTRUCTURA CASCO</b>																												
<b>Elementos Verticales</b>																												
Acero en muros				P51-P3	P53-P3					P51-P4	P53-P4					P51-P5	P53-P5					P51-P6	P53-P6				P51-P7	
IIEE, IISS, gas				P52-P3	P53-P3					P52-P4	P53-P4					P52-P5	P53-P5					P52-P6	P53-P6				P52-P7	
Encofrado de muros	P53-P2			P51 y	P52 y					P51 y	P52 y					P51 y	P52 y					P51 y	P52 y				P51 y	
Vaciado de muros	P53-P2			P51-P3	P52-P3	P53-P3				P51-P4	P52-P4	P53-P4				P51-P5	P52-P5	P53-P5				P51-P6	P52-P6	P53-P6				
Desencofrado	P52-P2	P53-P2			P51-P3	P52-P3		P53-P3			P51-P4	P52-P4	P53-P4				P51-P5	P52-P5	P53-P5				P51-P6	P52-P6	P53-P6			
<b>Elementos Horizontales</b>																												
Encofrado de fondo y costado de viga	LS1yS2-P2	LS2yS3-P2			LS1-P3	LS2-P3					LS1-P4	LS2-P4	LS2yS3-P4				LS1-P5	LS2-P5	LS2yS3-P5				LS1-P6	LS2-P6	LS2yS3-P6			
Acero en vigas	LS1yS2-P2	LS2yS3-P2			LS1-P3	LS2-P3					LS1-P4	LS2-P4	LS2yS3-P4				LS1-P5	LS2-P5	LS2yS3-P5				LS1-P6	LS2-P6	LS2yS3-P6			
Apuntalamiento y encofrado de losa M.	LS1yS2-P2	LS2-P2	LS3-P2		LS1-P3	LS2-P3		LS2yS3-P3	LS3-P3		LS1-P4	LS2-P4	LS2yS3-P4		LS3-P4		LS1-P5	LS2-P5	LS2yS3-P5	LS3-P5			LS1-P6	LS2-P6	LS2yS3-P6	LS3-P6		
Colocacion de viguetas y Bovedillas		LS1yS2-P2	LS3-P2			LS1-P3		LS1yS2-P3	LS3-P3			LS1-P4	LS1yS2-P4		LS3-P4			LS1-P5	LS1yS2-P5	LS3-P5			LS1-P6	LS1yS2-P6	LS3-P6			
Acero en Losa		LS1yS2-P2	LS3-P2					LS1yS2-P3	LS3-P3			LS1yS2-P4			LS3-P4				LS1yS2-P5	LS3-P5				LS1yS2-P6	LS3-P6			
IIEE, IISS, gas		LS1-P2	LS2yS3-P2					LS1yS2-P3	LS2yS3-P3						LS2yS3-P4				LS1yS2-P5	LS2yS3-P5				LS1yS2-P6	LS2yS3-P6			
Vaciado de losa			LS1yS2-P2	LS3-P2					LS1yS2-P3	LS3-P3					LS1yS2-P4	LS3-P4				LS1yS2-P5	LS3-P5				LS1yS2-P6	LS3-P6		

Figura 26. Lookahead de obra.

Elaboración: el autor.

**PROGRAMACION Y ANALISIS DE CUADRILLA DE ACERO "EDIFICIO LIBERTY"**

PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LIBERTY"

UBICACIÓN: AV. MANUEL CIPRIANO DULANTO N° 1707-PUEBLO LIBRE

PROPIETARIO PROYECTO Y CONSTRUCCIONES LUGANO SAC

	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
	29-Oct	30-Oct	31-Oct	01-Nov	02-Nov	03-Nov	05-Nov	06-Nov	07-Nov	08-Nov	09-Nov	10-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov	15-Nov	16-Nov	17-Nov	19-Nov	20-Nov	21-Nov	22-Nov	23-Nov	24-Nov
<b>ACERO</b>																								
ACERO EN PLACAS				S1-S2-P3	S3-P3				S1-S2-P4	S3-P4				S1-S2-P5	S3-P5				S1-S2-P6	S3-P6				S1-S2-P7
IIEE,IISS_gas				S1-S2-P3	S3-P3				S1-S2-P4	S3-P4				S1-S2-P5	S3-P5				S1-S2-P6	S3-P6				S1-S2-P7
ACERO EN VIGAS	L51-P2	L52-P2			L51-P3	L52-P3	L52-P3			L51-P4	L52-P4	L52-P4			L51-P5	L52-P5	L52-P5		L51-P6	L52-P6	L52-P6			
	L52-P2	L53-P2					L53-P3				L53-P4					L53-P5					L53-P6			
ACERO EN LOSA		L51-P2	L53-P2				L51-P3	L53-P3			L51-P4		L53-P4			L51-P5	L53-P5				L51-P6	L53-P6		
		L52-P2					L52-P3				L52-P4					L52-P5					L52-P6			
PLACA A				620					620						620								620	
PLACA B				120					120						120								120	
PLACA C				120					120						120								120	
PLACA D				120					120						120								120	
PLACA E				120					120						120								120	
PLACA F				120					120						120								120	
PLACA G				120					120						120								120	
PLACA H					528.5					528.5					528.5				528.5					
PLACA I					528.5					528.5					528.5				528.5					
COLUMNAS SECTOR 1				720					720						720				720				720	
COLUMNAS SECTOR 2				530					530						530				530				530	
COLUMNAS SECTOR 3					1057					1057					1057				1057					
SECTOR 1		1205			1204.6		1204.6			1204.6		1204.6			1204.6		1204.6		1204.6		1204.6			
SECTOR 2		1421				1421	1420.8				1420.8	1420.8				1420.8	1420.8		1420.8	1420.8				
SECTOR 3			988.1					988.1					988.06					988.06			1420.8	1420.8	988.06	
<b>Metrado en kg</b>	0	2625	988.1	2590	3318.6	1421	2625.3	988.1	2590	3318.6	1420.8	2625.3	988.06	2590	3318.6	1420.8	2625.3	988.06	2590	3318.6	1420.8	2625.3	988.06	2590
<b>ANALISIS DE CUADRILLA</b>																								
OPERARIO	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
AYUDANTE	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Rendimiento por operario</b>	0.00	437.55	164.68	431.67	553.10	236.80	437.55	164.68	431.67	553.10	236.80	437.55	164.68	431.67	553.10	236.80	437.55	164.68	431.67	553.10	236.80	437.55	164.68	431.67

Figura 27. Lookahead análisis de cuadrilla de acero.

Elaboración: el autor.

PROGRAMACION Y ANALISIS DE CUADRILLA DE ENCOFRADO "EDIFICIO LIBERTY"

PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LIBERTY"  
 UBICACIÓN: AV. MANUEL CIPRIANO DULANTO N° 1707-PUEBLO LIBRE  
 PROPIETARIO PROYECTO Y CONSTRUCCIONES LUGANO SAC

	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	
<b>ENCOFRADO</b>	29-Oct	30-Oct	31-Oct	01-Nov	02-Nov	03-Nov	05-Nov	06-Nov	07-Nov	08-Nov	09-Nov	10-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov	15-Nov	16-Nov	17-Nov	19-Nov	20-Nov	21-Nov	22-Nov	23-Nov	24-Nov	
ENCOFRADO DE PLACA	S3-P2			S1,S2-P3	S2,S3-P3				S1,S2-P4	S2,S3-P4				S1,S2-P5	S2,S3-P5				S1,S2-P6	S2,S3-P6				S1,S2-P7	
DESENCOFRADO DE PLACA		S3-P2			S1-P3	S2-P3	S3-P3		S1-P4	S2-P4	S3-P4			S1-P5	S2-P5	S3-P5			S1-P6	S2-P6	S3-P6				
ENCOFRADO DE COSTADO Y FONDO DE VIGA EN LOSA	LS1-P2	LS2-P2			LS1-P3	LS2-P3	LS2-P3		LS1-P4	LS2-P4	LS3-P4			LS1-P5	LS2-P5	LS3-P5			LS1-P6	LS2-P6	LS3-P6				
APUNTALAMIENTO Y ENCOFRADO DE LOSA	LS1-P2	LS2-P2	LS3-P2		LS1-P3	LS2-P3	LS2-P3	LS3-P3		LS1-P4	LS2-P4	LS3-P4	LS3-P4		LS1-P5	LS2-P5	LS3-P5	LS3-P5		LS1-P6	LS2-P6	LS3-P6	LS3-P6		
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	
PLACA A				43.92					43.92					43.92					43.92						43.92
PLACA B				52.8					52.8					52.8					52.8						52.8
PLACA C				31.92					31.92					31.92					31.92						31.92
PLACA D				12.24					12.24					12.24					12.24						12.24
PLACA E				18.24					18.24					18.24					18.24						18.24
PLACA F					12.24					12.24					12.24					12.24					
PLACA G					89.47					89.47					89.47					89.47					
PLACA H	89.47				22.37					22.37					22.37					22.37					
PLACA I	22.37																								
COLUMNAS SECTOR 1				11.16						11.16					11.16					11.16					
COLUMNAS SECTOR 2					7.2					7.2					7.2					7.2					
COLUMNAS SECTOR 3	14.2					14.2					14.2					14.2					14.2				
SECTOR 1	102				102					102					102					102					
SECTOR 2		104.6				52.29					52.29	52.29				52.29	52.29				52.29	52.29			
SECTOR 3			110.5				52.29	55.24		55.24		55.24		55.24		55.24	55.24				55.24	55.24			
Area Paños	228	104.6	110.5	170.28	233.28	66.49	107.53	55.24	170.28	233.28	66.49	107.53	55.24	170.28	233.28	66.49	107.53	55.24	170.28	233.28	66.49	107.53	55.24	128.64	
<b>ANALISIS DE CUADRILLA</b>																									
OPERARIO	7	5	5	7	7	3	5	3	7	7	3	5	3	7	7	3	5	3	7	7	7	7	3	7	
AYUDANTE	7	5	5	7	7	3	5	3	7	7	3	5	3	7	7	3	5	3	7	7	7	7	3	7	
Rendimiento por operario	32.58	20.92	22.10	24.33	33.33	22.16	21.51	18.41	24.33	33.33	22.16	21.51	18.41	24.33	33.33	22.16	21.51	18.41	24.33	33.33	9.50	15.36	18.41	18.38	

Figura 28. Lookahead análisis de cuadrilla de encofrado.

Elaboración: el autor.

**PROGRAMACION Y ANALISIS DE CUADRILLA DE VACIADO DE CONCRETO "EDIFICIO LIBERTY"**

PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LIBERTY"

UBICACIÓN: AV. MANUEL CIPRIANO DULANTO N° 1707-PUEBLO LIBRE

PROPIETARIO PROYECTO Y CONSTRUCCIONES LUGANO SAC

	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	
<b>CONCRETO</b>	29-Oct	30-Oct	31-Oct	01-Nov	02-Nov	03-Nov	05-Nov	06-Nov	07-Nov	08-Nov	09-Nov	10-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov	15-Nov	16-Nov	17-Nov	19-Nov	20-Nov	21-Nov	22-Nov	23-Nov	24-Nov	
ARMADO DE ANDAMIO	S3-P2			S1-P3	S2-P3	S3-P3			S1-P4	S2-P4	S3-P4			S1-P5	S2-P5	S3-P5			S1-P6	S2-P6	S3-P6			S1-P7	
CONCRETO EN PLACA	S3-P2			S1-P3	S2-P3	S3-P3			S1-P4	S2-P4	S3-P4			S1-P5	S2-P5	S3-P5			S1-P6	S2-P6	S3-P6			S1-P7	
COLOCACION DE PUNTOS EN LOSA			LS1-P2	LS2-P2	LS3-P2		LS1-P3	LS2-P3	LS3-P3				LS1-P4	LS2-P4	LS3-P4			LS1-P5	LS2-P5	LS3-P5			LS1-P6	LS2-P6	LS3-P6
CONCRETO EN LOSA			LS1-P2	LS2-P2	LS3-P2		LS1-P3	LS2-P3	LS3-P3				LS1-P4	LS2-P4	LS3-P4			LS1-P5	LS2-P5	LS3-P5			LS1-P6	LS2-P6	LS3-P6
FLACA A				4.3				4.3						4.3					4.3					4.3	
FLACA B					7.7				7.7						7.7					7.7					
FLACA C					1.76				1.76						1.76					1.76					
FLACA D					4.57				4.57						4.57					4.57					
FLACA E					1.62				1.62						1.62					1.62					
FLACA F					2.41				2.41						2.41					2.41					
FLACA G					1.62				1.62						1.62					1.62					
FLACA H	8.8					8.8				8.8					8.8						8.8				
FLACA I	2.14						2.14				2.14					2.14						2.14			
COLUMNAS SECTOR 1																									
COLUMNAS SECTOR 2																									
COLUMNAS SECTOR 3																									
SECTOR 1			19.73				19.73						19.73										19.73		
SECTOR 2			23.21				23.21						23.21										23.21		
SECTOR 3				18.64				18.64						18.64									18.64		
Metrado de concreto	10.94	0	42.94	22.94	19.68	10.94	0	42.94	22.94	19.68	10.94	0	42.94	22.94	19.68	10.94	0	42.94	22.94	19.68	10.94	0	42.94	22.94	
<b>ANALISIS DE CUADRILLA</b>																									
OPERARIO	2		2	2	2	2		2	2	2	2		2	2	2	2			2	2		2	2		
AYUDANTE	2		2	2	2	2		2	2	2	2		2	2	2	2			2	2		2	2		
Rendimiento por operario	5.47		21.47	11.47	9.84		21.47	11.47	9.84	5.47		21.47	11.47	9.84	5.47			21.47	11.47		21.47	11.47			

Figura 29. Lookahead análisis de vaciado de concreto

Elaboración: el autor.

#### 4.5.1. Llegada de materiales

La programación Lookahead de 4 semanas en la llegada de materiales influye en el cumplimiento de la programación. Esta gestión esta adecuada a la programación de 4 semanas, los metrados influyen en la descarga del material en la hora indica considerando que el único frente de descarga es la Avenida Manuel Cipriano Dulanto 1707 según la Municipalidad de Pueblo Libre. Debemos considerar que al ser único frente tendremos las siguientes restricciones.

La llegada de los mixer de concreto con la llegada de las viguetas y bovedillas no se puede cruzar en el horario porque abarcarían más espacio del frente.

La llegada de tierra y la eliminación no pueden cruzar en el horario porque la rampa al tener desmonte evitaría la descarga de la tierra para trabajos en el sótano.

PEDIDO SEMANAL DE MATERIALES			
MATERIALES	PEDIDO	HORA DE LLEGADA	METRADO APROX
CONCRETO	Todos los días	09:00 a.m.	25 m3
ACERO	Una vez cada 7 días	07:30 a.m.	10 tn
VIGUETAS Y BOVEDILLAS	3 días antes de vaciado de losa	10:00 a.m.	400 ml, 1600 uni
LADRILLO SILICOCALCAREO	Una vez cada 7 días	12:00 a.m.	20 Parihuelas
CEMENTO	Cada un día.	12:00 a.m.	70 bol
PEGAMENTO	Cada tres días	12:00 a.m.	30 bol
TIERRA PARA SOTANO	Una vez cada 7 días	07:30 a.m.	12 m3
ELIMINACION	Dos veces cada 7 días	07:30 a.m.	12 3

Cuadro 14. Llegada de materiales a obra.

Elaboración: el autor.

## 4.5 Productividad y Ratios

Se analizaron las siguientes partidas.

- Encofrado  
Encofrado de placa: 6 Operarios + 6 Ayudantes + 1 Oficial. + 1 Capataz.  
Encofrado de columnas: 2 Operarios + 2 Ayudantes + 1 Capataz.  
Encofrado de losa: 5 Operarios + 5 Ayudantes + 1 Capataz.
- Acero  
Acero en placa: 3 Operarios + 1 ayudante + 1 capataz.  
Acero en columnas: 2 operarios.  
Acero en losa: 5 Operarios + 1 capataz.
- Concreto  
Concreto en placa: 2 Operarios + 1 Oficial + 1 Ayudante  
Concreto en columna: 2 Operarios + 1 Oficial + 1 Ayudante  
Concreto en losa: 2 Operarios + 1 Oficial + 1 Ayudante

### 4.5.1 Acero en placas

<b>OBRA :</b>	EDIFICIO "LIBERTY"	<b>Hecho por</b>	Derian Llerena.							
<b>UBICACIÓN</b>	AV MANUEL CIPRIANO DULANTO 1707	<b>Revisado por:</b>	Ing. Humberto Ramirez.							
<b>PROPIETAR</b>	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO S.A.C									
<b>TIEMPO</b>	08:00 am hasta 12:00									
<b>EJECUTAD</b>	pm									
CALCULO DEL RENDIMIENTO DE ACERO EN PLACAS EN EL EDIFICIO LIBERTY										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA			H TOTAL	RENDIMI ENTO	METRADO O POR PAGINA	
				CAPATAZD PERARIO	OFICIAL	PEON				
1.00	ACERO									
1.01	SECTOR 1	kg	620.00	0.50	3.00		1.00	36.00	0.06	206.67
1.02	SECTOR 2	kg	720.00	0.50	3.00		1.00	36.00	0.05	240.00
1.03	SECTOR 3	kg	1057.00	0.50	3.00		1.00	36.00	0.03	352.33

Cuadro 15. Rendimiento de acero en placas.

Elaboración: el autor.

Se presenta la curva semanal de rendimientos en acero en placas.



Gráfico 1. Curva semanal de rendimiento del acero en placas.

Elaboración: el autor.

#### 4.5.2 Acero en columnas

<b>OBRA :</b>	EDIFICIO "LIBERTY"	<b>Hecho por</b>	Derian Llerena.							
<b>UBICACIÓN</b>	AV MANUEL CIPRIANO DULANTO 1707	<b>Revisado por:</b>	Ing. Humberto Ramirez.							
<b>PROPIETAR</b>	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO S.A.C									
<b>TIEMPO EJECUTAD</b>	08:00 am hasta 12:00 pm									
CALCULO DEL RENDIMIENTO DE ACERO EN COLUMNAS EN EL EDIFICIO LIBERTY										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				H TOTAL	RENDIMIENTO	METRADO POR PAREJA
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	ACERO									
1.01	SECTOR 1	kg	720.00	0.50	2.00		1.00	28.00	0.04	360.00
1.02	SECTOR 2	kg	530.00	0.50	2.00		1.00	28.00	0.05	265.00
1.03	SECTOR 3	kg	903.00	0.50	2.00		1.00	28.00	0.03	451.50

Cuadro 16. Rendimiento de acero en columnas.

Elaboración: el autor.

Se presenta la curva semanal de rendimientos en acero en columnas.

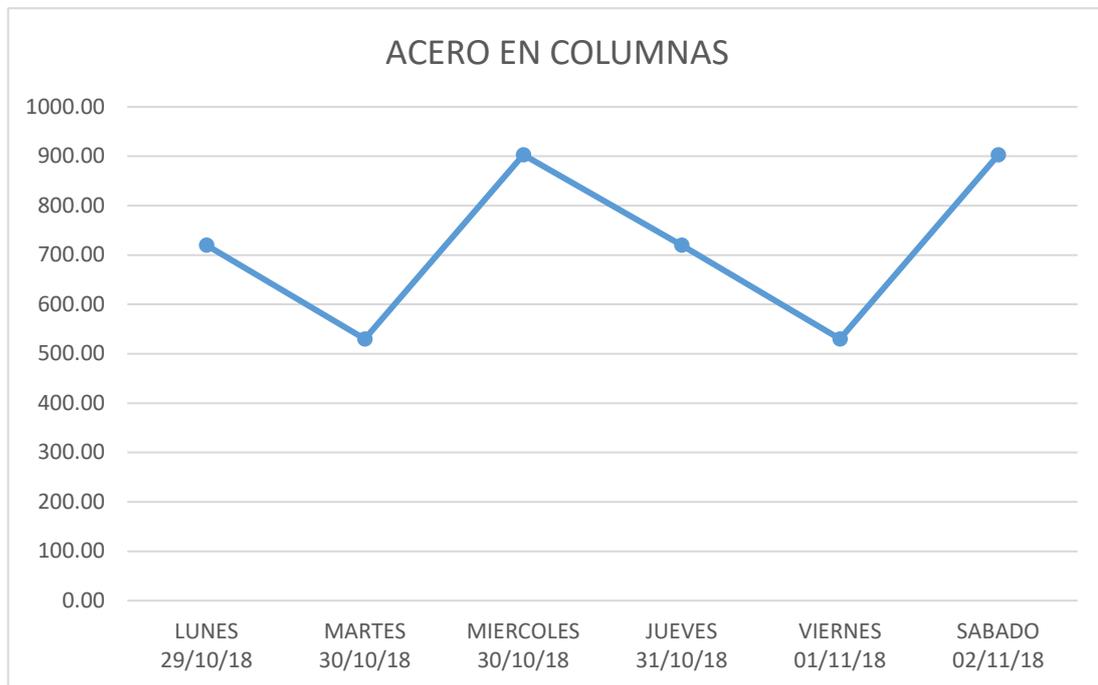


Gráfico 2. Curva semanal de rendimiento del acero en columnas.

Elaboración: el autor.

### 4.5.3 Acero en losa

<b>OBRA :</b>	EDIFICIO "LIBERTY"	<b>Hecho por</b>	Derian Llerena.							
<b>UBICACIÓN</b>	AV MANUEL CIPRIANO DULANTO 1707	<b>Revisado por:</b>	Ing. Humberto Ramirez.							
<b>PROPIETAR</b>	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO S.A.C									
<b>TIEMPO EJECUTAD</b>	08:00 am hasta 12:00 pm									
CALCULO DEL RENDIMIENTO DE ACERO EN LOSA EN EL EDIFICIO LIBERTY										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				H TOTAL	RENDIMIENTO	METRADO POR PAREJA
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	ACERO									
1.01	SECTOR 1	kg	1204.67	0.50	5.00			22.00	0.02	240.93
1.02	SECTOR 2	kg	1420.75	0.50	5.00			22.00	0.02	284.15
1.03	SECTOR 3	kg	988.058	0.50	5.00			22.00	0.02	197.6116

Cuadro 17. Rendimiento de acero en losa.

Elaboración: el autor.

Se presenta la curva semanal de rendimientos del acero en losa.

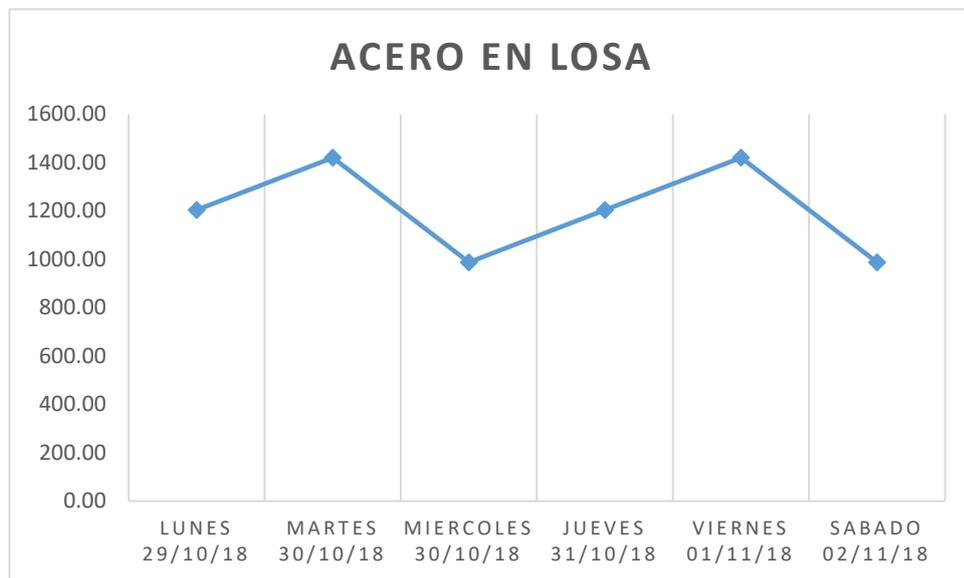


Gráfico 3. Curva semanal de acero en losa.

Elaboración: el autor.

#### 4.5.4 Encofrado en placas

<b>OBRA :</b>	EDIFICIO "LIBERTY"	<b>Hecho por</b>	Derian Llerena.
<b>UBICACIÓN</b>	AV MANUEL CIPRIANO DULANTO 1707	<b>Revisado por:</b>	Ing. Humberto Ramirez.
<b>PROPIETAR</b>	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO S.A.C		
<b>TIEMPO EJECUTAD</b>	8:00 am hasta 15:00 pm		

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE ENCOFRADO DE PLACAS EN EL EDIFICIO LIBERTY										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				H TOTAL	RENDIMIENTO	METRADO POR PAREJA
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	ENCOFRADO									
1.01	SECTOR 1	m2	43.92	0.50	2.00		2.00	33.00	0.75	21.96
1.02	SECTOR 2	m2	140.64	0.50	6.00	1.00	5.00	75.00	0.53	23.44
1.03	SECTOR 3	m2	111.84	0.50	5.00	1.00	5.00	69.00	0.62	22.368

Cuadro 18. Rendimiento de encofrado en placas.

Elaboración: el autor.

Se presenta la curva semanal de rendimientos del encofrado en placas.

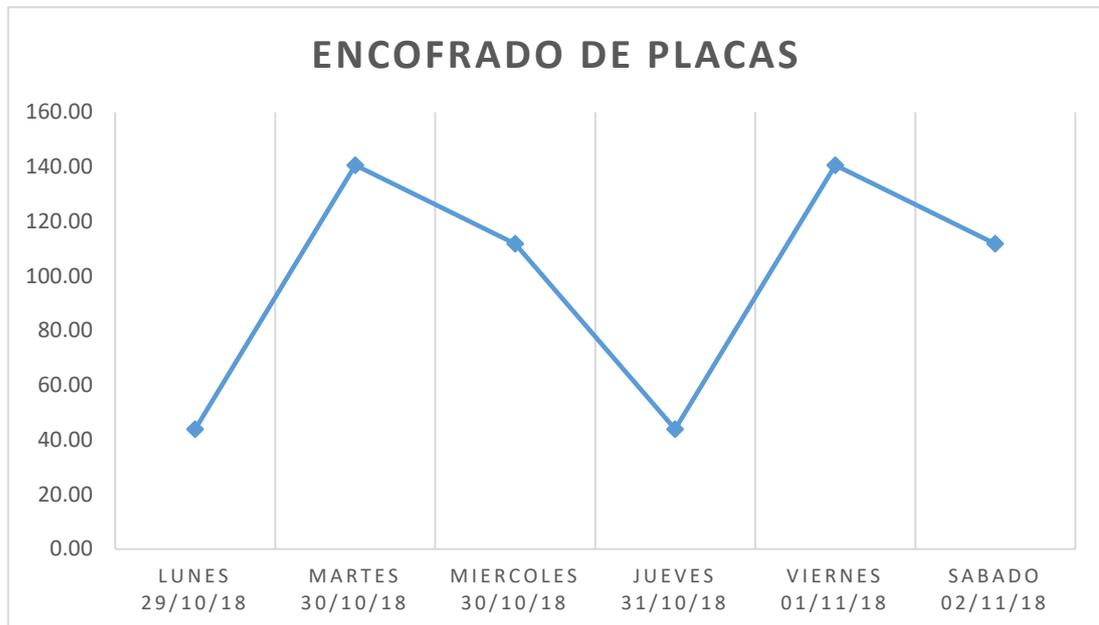


Gráfico 4. Curva semanal de acero en placas.

Elaboración: el autor.

#### 4.5.5 Encofrado en columnas

<b>OBRA :</b>	EDIFICIO "LIBERTY"	<b>Hecho por :</b>	Derian Llerena.
<b>UBICACIÓN</b>	AV MANUEL CIPRIANO DULANTO 1707	<b>Revisado por:</b>	Ing. Humberto Ramirez.
<b>PROPIETAR</b>	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO S.A.C		
<b>TIEMPO EJECUTAD</b>	8:00 am hasta 15:00 pm		

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE ENCOFRADO DE COLUMNAS EN EL EDIFICIO LIBERTY										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				H TOTAL	RENDIMIENTO	METRADO POR PAREJA
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	ENCOFRADO									
1.01	SECTOR 1	m2	11.16	0.50	2.00		2.00	27.00	2.42	5.58
1.02	SECTOR 2	m2	7.20	0.50	2.00		2.00	27.00	3.75	3.60
1.03	SECTOR 3	m2	14.2	0.50	2.00		2.00	27.00	1.90	7.1

Cuadro 19. Rendimiento de encofrado en columnas

Elaboración: el autor.

Se presenta la curva semanal de rendimientos del encofrado en columnas.

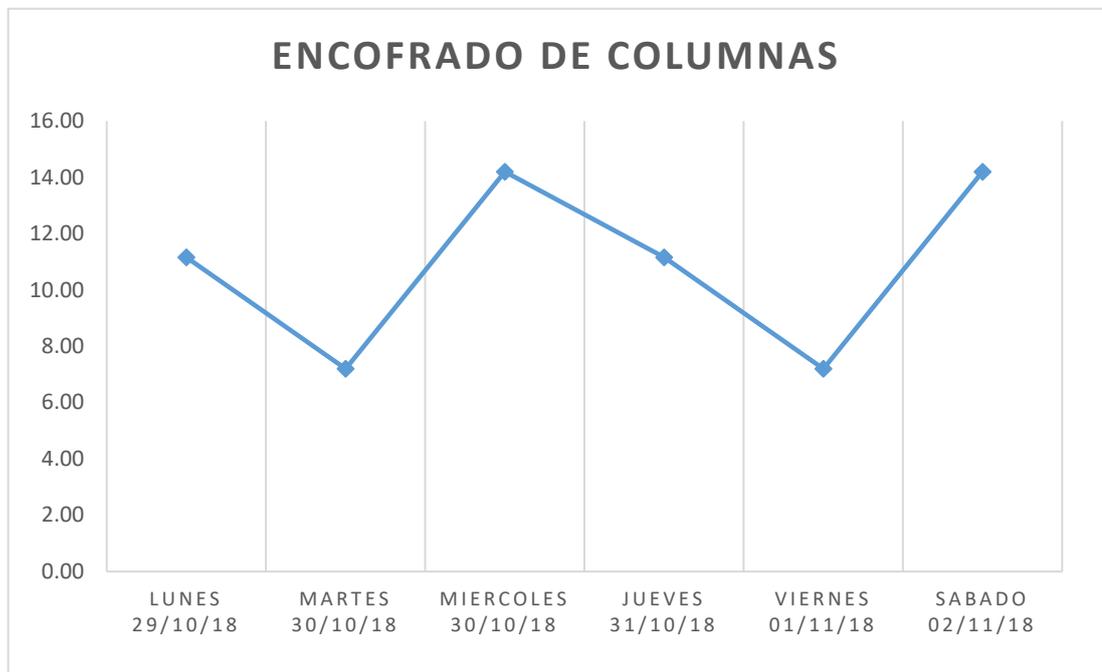


Gráfico 5. Curva semanal de encofrado en columnas.

Elaboración: el autor.

#### 4.5.6 Encofrado en losa

<b>OBRA :</b>	EDIFICIO "LIBERTY"	<b>Hecho por :</b>	Derian Llerena.
<b>UBICACIÓN</b>	AV MANUEL CIPRIANO DULANTO 1707	<b>Revisado por:</b>	Ing. Humberto Ramirez.
<b>PROPIETAR</b>	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO S.A.C		
<b>TIEMPO</b>	8:00 am hasta 14:00		
<b>EJECUTAD</b>	pm		

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE ENCOFRADO DE LOSA EN EL EDIFICIO LIBERTY										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				H TOTAL	RENDIMI ENTO	METRADO O POR PAREJA
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	ENCOFRADO									
1.01	SECTOR 1	m2	102	0.50	5.00		5.00	52.50	0.51	20.40
1.02	SECTOR 2	m2	104.58	0.50	5.00		5.00	52.50	0.50	20.92
1.03	SECTOR 3	m2	110.48	0.50	5.00		5.00	52.50	0.48	22.096

Cuadro 20. Rendimiento de encofrado en losa

Elaboración: el autor.

Se presenta la curva semanal de rendimiento del encofrado en losa.

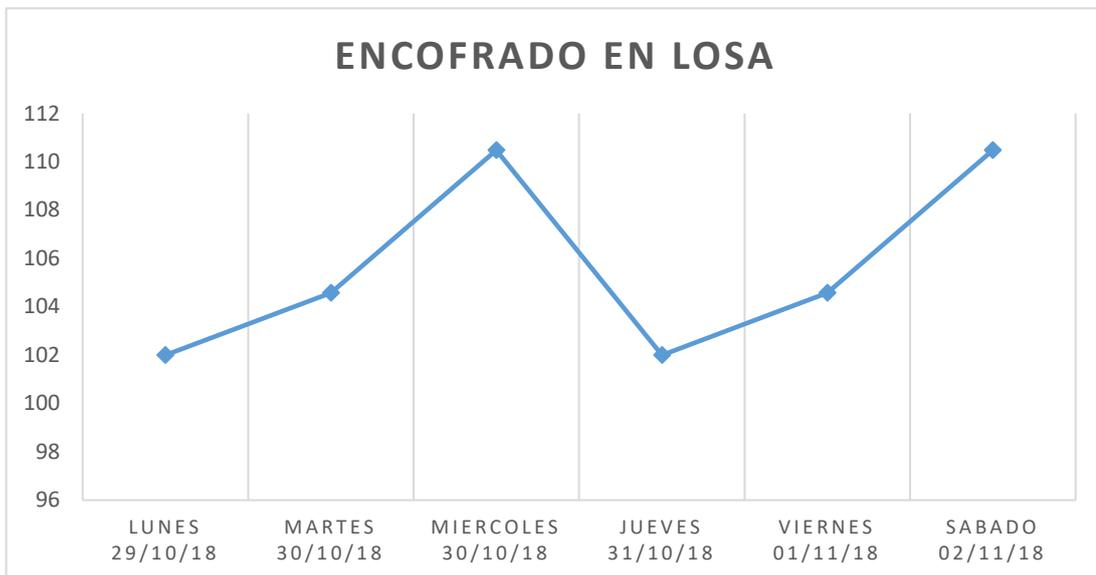


Gráfico 6. Curva de rendimiento del encofrado en losa

Elaboración: el autor.

#### 4.5.7 Concreto en placas

<b>OBRA :</b>	EDIFICIO "LIBERTY"	<b>Hecho por :</b>	Derian Llerena.
<b>UBICACIÓN</b>	AV MANUEL CIPRIANO DULANTO 1707	<b>Revisado por:</b>	Ing. Humberto Ramirez.
<b>PROPIETAR</b>	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO S.A.C		
<b>TIEMPO EJECUTAD</b>	13:00 am hasta 16:00 pm		

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE CONCRETO EN PLACAS EN EL EDIFICIO LIBERTY										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				H TOTAL	RENDIMIENTO	METRADO POR PAREJA
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	CONCRETO									
1.01	SECTOR 1	m3	4.30		2.00			8.00	1.86	2.15
1.02	SECTOR 2	m3	19.69		2.00			8.00	0.41	9.85
1.03	SECTOR 3	m3	10.94		2.00			8.00	0.73	5.47

Cuadro 21. Rendimiento de concreto en placas

Elaboración: el autor.

Se presenta la curva semanal de rendimiento del concreto en placas.

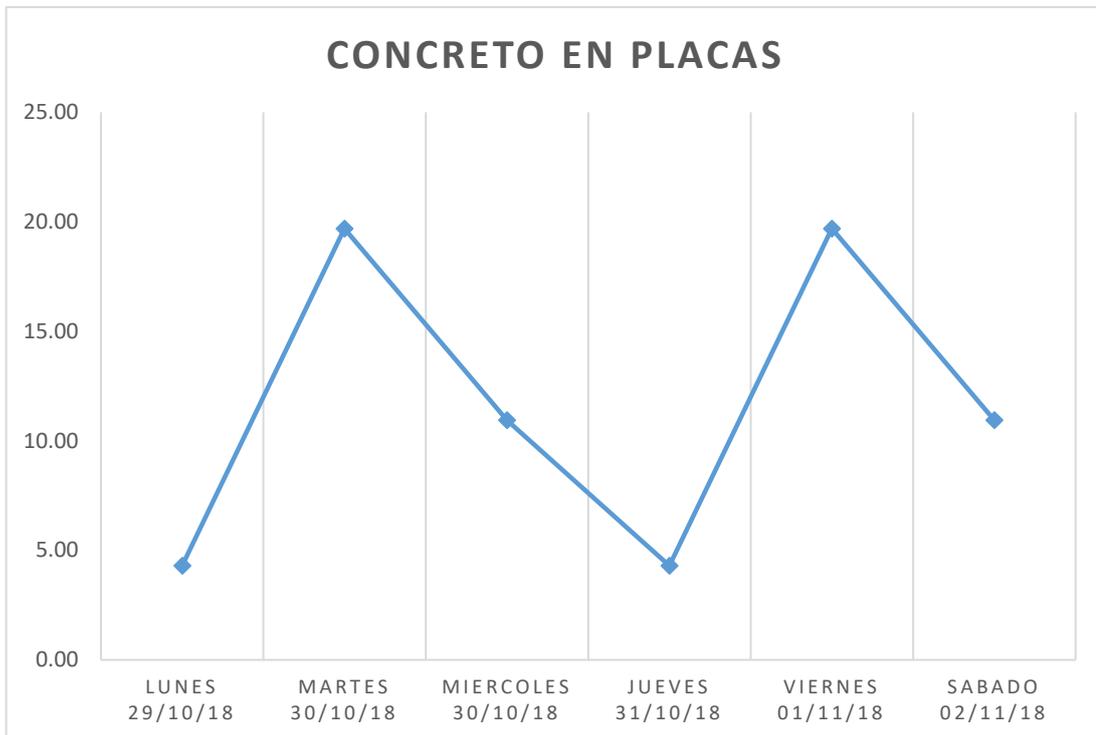


Gráfico 7. Curva semanal de concreto en placa.

Elaboración: el autor.

#### 4.5.8 Concreto en columnas

<b>OBRA :</b>	EDIFICIO "LIBERTY"	<b>Hecho por :</b>	Derian Llerena.							
<b>UBICACIÓN</b>	AV MANUEL CIPRIANO DULANTO 1707	<b>Revisado por:</b>	Ing. Humberto Ramirez.							
<b>PROPIETAR</b>	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO S.A.C									
<b>TIEMPO EJECUTAD</b>	13:00 am hasta 16:00 pm									
CALCULO DEL RENDIMIENTO DE CONCRETO EN COLUMNAS EN EL EDIFICIO LIBERTY										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				H TOTAL	RENDIMIENTO	METRADO POR PAREJA
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	CIELO RASO									
1.01	SECTOR 1	m3	2.51		2.00			8.00	3.19	1.26
1.02	SECTOR 2	m3	1.63		2.00			8.00	4.91	0.82
1.03	SECTOR 3	m3	2.52		2.00			8.00	3.17	1.26

Cuadro 22. Rendimiento de concreto en columnas

Elaboración: el autor.

Se presenta la curva semanal de rendimiento del concreto en columnas.

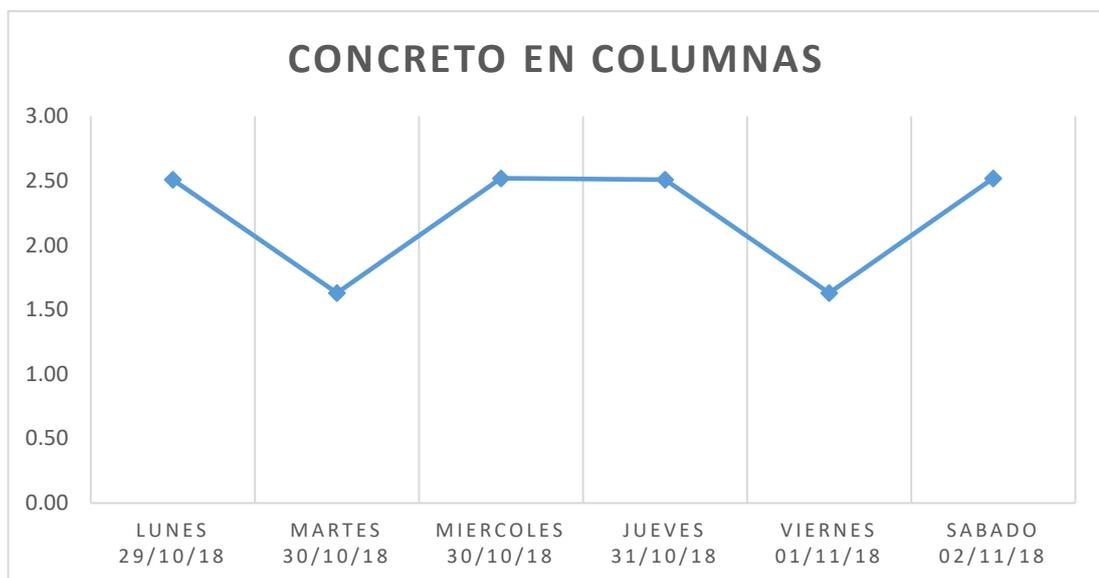


Gráfico 8. Curva semanal de concreto en columnas

Elaboración: el autor.

#### 4.5.9 Concreto en losa

<b>OBRA :</b>	EDIFICIO "LIBERTY"	<b>Hecho por :</b>	Ing. Derian Llerena.
<b>UBICACIÓN :</b>	AV MANUEL CIPRIANO DULANTO 1707	<b>Revisado por :</b>	Ing. Humberto Ramirez.
<b>PROPIETARIO :</b>	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES LUGANO S.A.C		
<b>TIEMPO EJECUTADO :</b>	9:00 am hasta 12:00 pm		

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE CONCRETO EN LOSA EN EL EDIFICIO LIBERTY										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				HH TOTALES	RENDIMIENTO	METRADO POR PAREA
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	CONCRETO									
1.01	LOSA SECTOR 1	m <sup>3</sup>	19.73	0.50	2.00		2.00	13.50	0.68	9.87
1.02	LOSA SECTOR 2	m <sup>3</sup>	23.21	0.50	2.00		2.00	13.50	0.58	11.61
1.03	LOSA SECTOR 3	m <sup>3</sup>	18.64	0.50	2.00		2.00	13.50	0.72	9.32

Cuadro 23. Rendimiento de concreto en losa.

Elaboración: el autor.

Se presenta la curva semanal de rendimiento del concreto en losa.

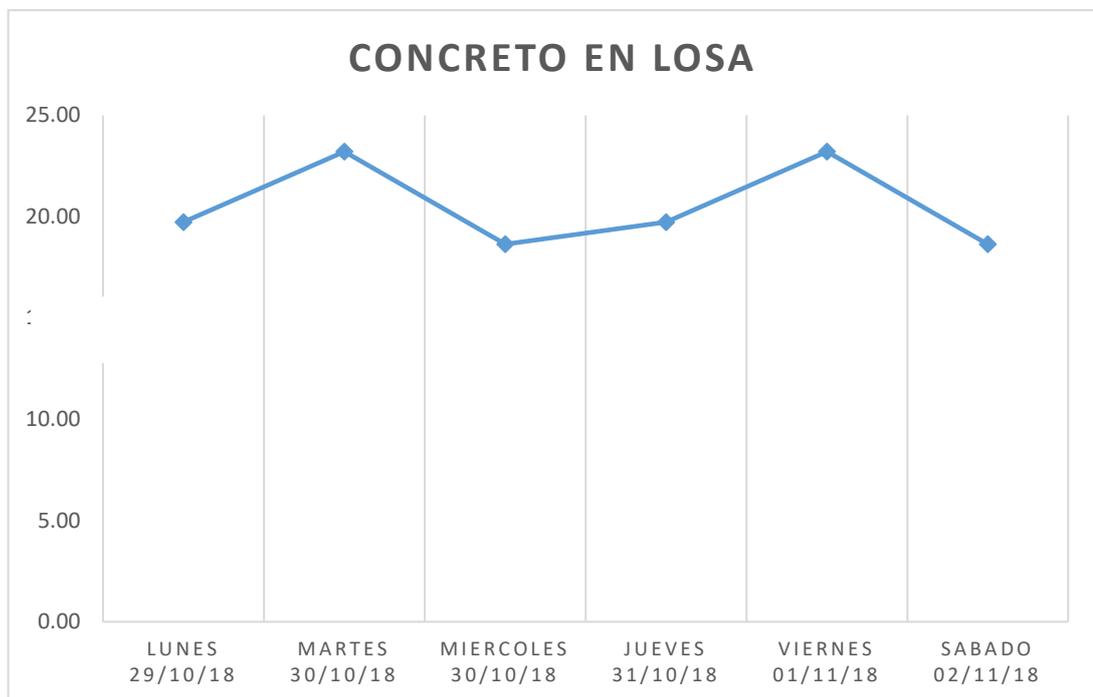


Gráfico 9. Curva semanal de rendimiento de concreto en losa.

Elaboración: el autor.

#### 4.6 Porcentaje de plan cumplido (PPC)

Se aplicó la herramienta PPC para verificar el cumplimiento de las actividades del casco estructural se analizó desde la semana 23 que inicia el piso 1 hasta la semana 41 que se cierra el casco con la azotea. Las semanas con un porcentaje menor de 80% serán observadas y analizadas.

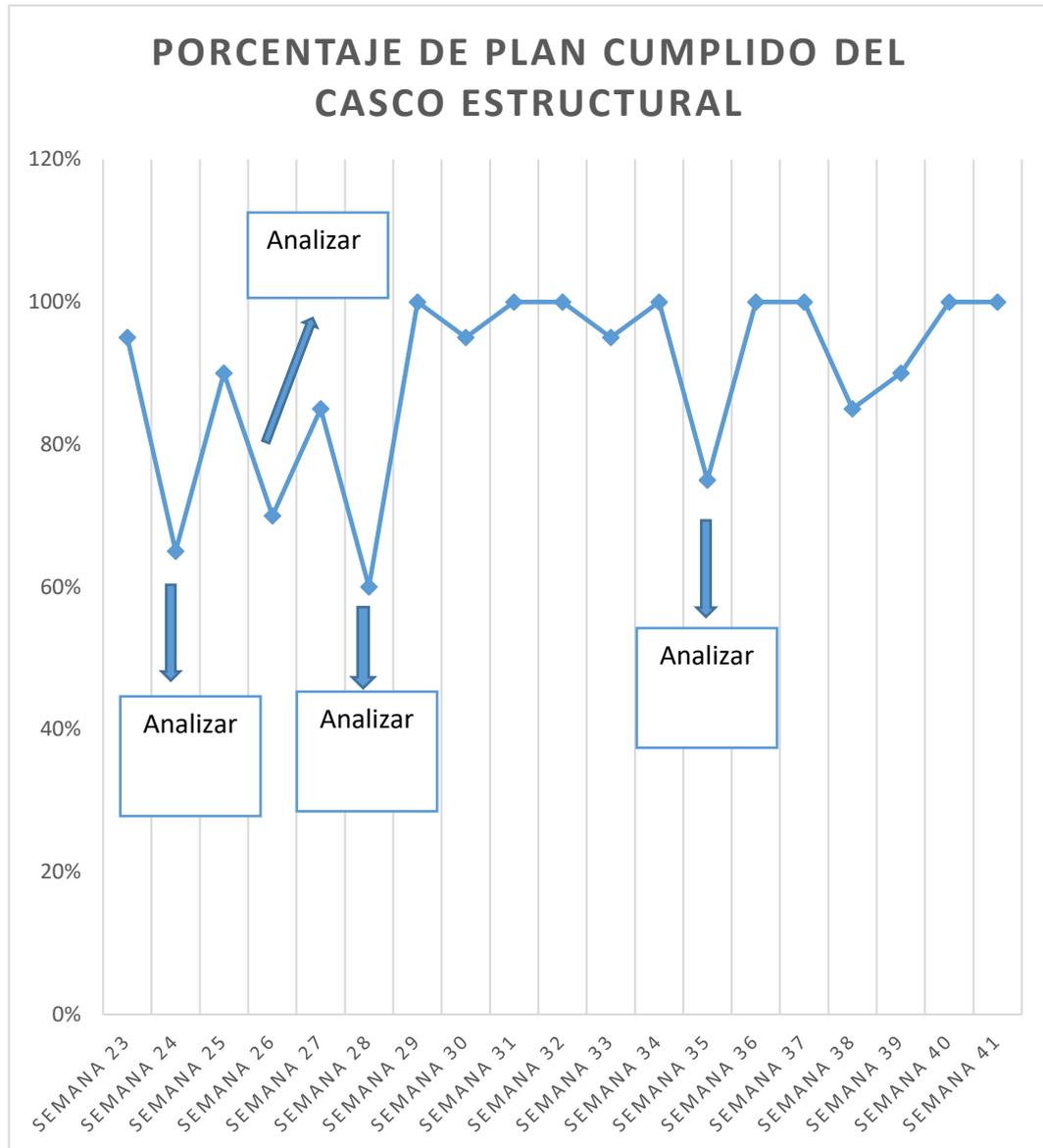


Gráfico 10. Grafico porcentaje de plan cumplido del casco estructural.

Elaboración: el autor.

SEMANA	PPC
SEMANA 23	95%
SEMANA 24	73%
SEMANA 25	90%
SEMANA 26	73%
SEMANA 27	85%
SEMANA 28	73%
SEMANA 29	100%
SEMANA 30	95%
SEMANA 31	100%
SEMANA 32	100%
SEMANA 33	95%
SEMANA 34	100%
SEMANA 35	73%
SEMANA 36	100%
SEMANA 37	100%
SEMANA 38	90%
SEMANA 39	90%
SEMANA 40	100%
SEMANA 41	100%

Cuadro 24. Rendimiento por semana del PPC.

Elaboración: el autor.

Como se puede observar en el cuadro N.21, se obtuvo el resumen de todas las semanas, las que serán analizadas tiene un porcentaje menor al 80% en comparación de las otras semanas en cumplimiento son semanas que se analizará para saber los posibles retrasos y sus causas de incumplimiento aplicaremos un porcentaje de plan cumplido a las siguientes semanas.

- Semana 24
- Semana 26
- Semana 28
- Semana 35

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)															
ACTIVIDAD	UNID	METRADO PROGRAMADO	METRADO REALIZADO	SEMANA 24						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO					
				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	SI	NO	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA	
				29/10/18	30/10/18	31/10/18	01/11/18	02/11/18	03/11/18						
<b>ESTRUCTURA</b>															
<b>Elementos Verticales</b>															
Acero en placas	KG	2,397.00	1,677.00				P51-P3	P53-P3				X	MAT	FALTA DE MATERIALES	SE HARA UN ANALISIS DE RESTRICCIONES
IIEE,ISS,gas	SECTOR	-	-				P52-P3	P53-P3				X	CDC	FALTA DE PUNTO DE LUZ	ENTREGAR PLANOS
Encofrado de placas	M2	408.34	408.34	P53-P2			P51y52-P3	P52y53-P3			X				
Vaciado de placas	M3	45.87	45.87	P53-P2			P51-P3	P52-P3	P53-P3		X				
Desencofrado				P52-P2	P53-P2			P51-P3	P52-P3	P53-P3		X	CDC	FALTA DE ADITIVO	SE HARA PEDIDO DE MATERIAL
<b>Elementos Horizontales</b>															
Apuntalamiento y encofrado de losa M	M2			LS1y52-P2		LS3-P2					X				
Colocacion de viguetas y Bovedillas	SECTOR	1,2,3	1,2,3		LS1y52-P2	LS3-P2					X				
Acero en Losa	SECTOR	1,2,3	1,2,3		LS1y52-P2	LS3-P2					X				
IIEE, ISS, gas	SECTOR	1,2,3	1,2,3		LS1y52-P2	LS2y53-P2					X				
Vaciado de losa	M3	81.31	81.31			LS1y52-P2					X				
Acabado pulido en losa	M3	410.08	410.08			LS1y52-P2					X				

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL EN (%)		8	3	TOTAL
		73%	27%	EN (%)
ANALISIS DE INCUMPLIMIENTOS				
COD	DESCRIPCION	CANTIDAD		
PROG	PROGRAMACION	-		
MAT	MATERIALES	1.00		
CDC	CONTROL DE CALIDAD	1.00		
CON	CONTRATISTAS	-		
EQ	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	-		

**ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO**

■ PROG ■ MAT ■ CDC ■ CON ■ EQ

Cuadro 25. Porcentaje de plan cumplido de la semana 24.

Elaboración: el autor.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)																	
ACTIVIDAD	UNID	METRADO PROGRAMADO	METRADO REALIZADO	SEMANA 26						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO							
				LUNES 29/10/18	MARTES 30/10/18	MIERCOLES 31/10/18	JUEVES 01/11/18	VIERNES 02/11/18	SABADO 03/11/18	SI	NO	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA			
<b>ESTRUCTURA</b>																	
<b>Elementos Verticales</b>																	
Acero en placas	KG	6,077.75	6,077.75		PS1-P5	PS3-P5						X					
IIEE,ISS.gas	SECTOR	-	-		PS2-P5	PS3-P5						X					
Encofrado de placas	M2	296.4	216.4		PS1yS2-P5	PS2yS3-P5							X	CON	NO SE CUMPLIO LA PROGRAMACION	SE APLICARA UNA CARTA DE BALANCE	
Vaciado de placas	M3	34.95	16.18		PS1-P5	PS2-P5	PS3-P5						X	CON			
<b>Desencofrado</b>																	
<b>Elementos Horizontales</b>																	
Apuntalamiento y encofrado de losa M	M2			LS3-P4		LS1-P5	LS2-P5	LS2yS3-P5	LS3-P5			X					
Colocacion de viguetas y Bovedillas	SECTOR	1,2,3	1,2,3	LS3-P4			LS1-P5	LS1yS2-P5	LS3-P5				X	EQ	TRABAJADORES SIN EPP	SE SUPENDIO AL TRABAJADOR	
Acero en Losa	SECTOR	1,2,3	1,2,3	LS3-P4				LS1yS2-P5	LS3-P5			X					
IIEE, ISS, gas	SECTOR	1,2,3	1,2,3	LS2yS3-P4				LS1yS2-P5	LS3-P5			X					
Vaciado de losa	M3	81.31	81.31	LS1yS2-P4					LS1yS2-P5			X					
Acabado pulido en losa	M3	410.08	410.08	LS1yS2-P4	LS3-P4				LS1yS2-P5			X					
<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL EN (%)</b>											8	3	TOTAL	<b>ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO</b>			
											73%	23%	EN (%)				
<b>ANALISIS DE INCUMPLIMIENTOS</b>																	
COD	DESCRIPCION	CANTIDAD															
PROG	PROGRAMACION	-															
MAT	MATERIALES	-															
CDC	CONTROL DE CALIDAD	-															
CON	CONTRATISTAS	2.00															
EQ	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	1.00															

Cuadro 26. Porcentaje de plan cumplido de la semana 26.

Elaboración: el autor.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)														
ACTIVIDAD	UNID	METRADO PROGRAMADO	METRADO REALIZADO	SEMANA 28						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO				
				LUNES 26/11/18	MARTES 27/11/18	MIERCOLES 28/11/18	JUEVES 29/11/18	VIERNES 30/11/18	SABADO 01/12/18	SI	NO	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
<b>ESTRUCTURA</b>														
<b>Elementos Verticales</b>														
Acero en muros	KG	6,077.75	6,077.75	PS3-P6	-	PS1-P7	PS2-P7	PS3-P7	-	X				
IEE,ISS, gas	SECTOR	-	-	PS3-P6	-	PS1-P7	PS2-P7	PS3-P7	-	X				
Encofrado de muros	M2	408.34	408.34	PS3-P6	-	-	PS1,S2-P7	PS2,S3-P7	-	X				
Vaciado de muros	M3	45.87	45.18	PS3-P6	-	-	PS1-P7	PS2-P7	PS3-P7	X				
Desencofrado					PS3-P6					X				
<b>Elementos Horizontales</b>														
Apuntalamiento y encofrado de losa M	M2			LS1-P7	LS2-P7	LS3-P7		LS1-P8	LS2-P8	X				
Colocacion de viguetas y Bovedillas	SECTOR	1,2,3	1,2,3	LS1-P7	LS2-P7	LS3-P7		LS1-P8	LS2-P8	X				
Acero en Losa	SECTOR	1,2,3	1,2,3		LS1-P7	LS2-P7	LS3-P7		LS1-P8	X				
IEE, ISS, gas	SECTOR	1,2,3	1,2,3		LS1-P7	LS2-P7	LS3-P7		LS1-P8		X	MAT	FALTA DE MATERIALES	SE ANALIZARA
Vaciado de losa	M3	81.31	61.58		LS1-P7	LS2-P7	LS3-P7		LS1-P8		X	PROG	NO SE CUMPLIO LA PROGRAMACION	SE APLICARA UN DIAGRAMA DE FLUJO
Acabado pulido en losa	M3	410.08	305.5		LS1-P7	LS2-P7	LS3-P7		LS1-P8		X	CON		
<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL EN (%)</b>										8	3	TOTAL		
										73%	23%	EN (%)		
<b>ANALISIS DE INCUMPLIMIENTOS</b>														
<b>COD</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>												
PROG	PROGRAMACION	1.00												
MAT	MATERIALES	1.00												
CDC	CONTROL DE CALIDAD	-												
CON	CONTRATISTAS	1.00												
EQ	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	-												
<b>ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO</b>														
<p>Legend: ■ PROG ■ MAT ■ CDC ■ CON ■ EQ</p>														

Cuadro 27. Porcentaje de plan cumplido de la semana 28.

Elaboración: el autor.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)														
ACTIVIDAD	UNID	METRADO PROGRAMADO	METRADO REALIZADO	SEMANA 35						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO				
				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	SI	NO	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
				26/11/18	27/11/18	28/11/18	29/11/18	30/11/18	01/12/18					
<b>ESTRUCTURA</b>														
<b>Elementos Verticales</b>														
Acero en muros	KG	6,077.75	6,077.75	PS3-P14	-	PS1-P15	PS2-P15	PS3-P15	-	X				
IEE, ISS, gas	SECTOR	-	-	PS3-P14	-	PS1-P15	PS2-P15	PS3-P15	-	X				
Encofrado de muros	M2	408.34	408.34	PS3-P14	-	-	PS1,S2-P15	PS2,S3-P15	-	X				
Vaciado de muros	M3	45.87	45.87	PS3-P14	-	-	PS1-P15	PS2-P15	PS3-P15	X				
Desencofrado					PS3-P14					X				
<b>Elementos Horizontales</b>														
Apuntalamiento y encofrado de losa M.	M2			LS1-P15	LS2-P15	LS3-P15		LS1-P16	LS2-P16	X				
Colocacion de viguetas y Bovedillas	SECTOR	1,2,3	1,2,3	LS1-P15	LS2-P15	LS3-P15		LS1-P16	LS2-P16	X				
Acero en Losa	SECTOR	1,2,3	1,2,3		LS1-P15	LS2-P15	LS3-P15		LS1-P16	X				
IEE, ISS, gas	SECTOR	1,2,3	1,2,3		LS1-P15	LS2-P15	LS3-P15		LS1-P16		X	PROG	DUDAS EN CAMPO	SE ANALIZARA
Vaciado de losa	M3	81.31	81.58		LS1-P15	LS2-P15	LS3-P15		LS1-P16		X	EQ	SE TERMINO TARDE LA ACTIVIDAD	SE REALIZARA UN ANALISIS DE
Acabado pulido en losa	M3	410.08	410.08		LS1-P15	LS2-P15	LS3-P15		LS1-P16		X	EQ		RESTRICCIONES

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL EN (%)			B	3	TOTAL
			73%	23%	EN (%)

ANALISIS DE INCUMPLIMIENTOS		
COD	DESCRIPCION	CANTIDAD
PROG	PROGRAMACION	1.00
MAT	MATERIALES	-
CDC	CONTROL DE CALIDAD	-
CON	CONTRATISTAS	-
EQ	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	2.00

**ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO**

■ PROG ■ MAT ■ CDC ■ CON ■ EQ

Cuadro 27. Porcentaje de plan cumplido de la semana 25.

Elaboración: el autor.

Obteniendo los cuadros de análisis de los incumplimientos y realizando sus medidas correctivas se verifica lo siguiente:

#### **Semana 24**

En esta semana cuadro 24 la cuadrilla de colocación de acero en placas, desencofrado de placas y eléctricos está teniendo retrasos que afectan a la producción por falta de programación de materiales como medida correctiva se aplicara un análisis de restricciones.

#### **Semana 26**

En esta semana, cuadro 25 la cuadrilla de encofrado de placas está teniendo retrasos que afectan a la producción y eso conlleva que el concreto no se llegue a vaciar es un partida critica por lo cual se aplicara una carta de balance para encontrar el problema y darle una solución y no afecte a la productividad de la obra.

#### **Semana 28.**

En esta semana, cuadro 26 la cuadrilla de acabado pulido de losa está teniendo retrasos que afectan a la producción y eso conlleva que se queden trabajando más del jornal diario ocasionando pago de horas extras por lo cual se aplicara un diagrama de flujo para medir los tiempos y posterior un diagrama en planta para darle una solución y no afecte la productividad de la obra.

#### **Semana 35.**

En esta semana, cuadro 27 la cuadrilla de vaciado de losa está teniendo retrasos que afectan a la producción por falta de herramientas en stock, como medida correctiva se aplicara un análisis de restricciones.

## CAPÍTULO V RESULTADOS

### 5.1 Análisis de restricciones para la semana 24

#### 5.1.1 Elaboración de mejoras

Al aplicar la herramienta análisis de restricciones se está adelantando a las actividades que se realizarán al continuar la secuencia del casco estructural, cumpliendo con lo que se está programando en el análisis de restricciones no se verá afectada la programación ni la productividad. Se realizó el levantamiento de 21 número total de posibles restricciones de las cuales esta herramienta nos facilita y nos soluciona cualquiera actividad a futuro que no obstaculice en cumplimiento.

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES												
PROYECTO: EDIFICIO "LIBERTY"												
SEMANA:		25								SEMANA 24		
										L	M	
										05/11/18	06/11/18	
										07/11/18	08/11/18	
										09/11/18	10/11/18	
										11/11/18		
ITEM	De donde sale	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	05/11/18	06/11/18	07/11/18	08/11/18	09/11/18	10/11/18	11/11/18
<b>N° TOTAL DE RESTRICCIONES</b>						<b>21</b>						
<b>% DE RESTRICCIONES POR SEMANA</b>												
01.00	CASCO	ESTRUCTURAS										
01.01	ESTRUCTURAS	COMPATIBILIZACION	CHEQUEO DE PLANOS ESTRUCTURAS PISO 1 HASTA EL 20 (RESISTENCIAS, VIGUETAS)	Un día antes del vaciado	ING DERIAN LLERENA	x	x	x	x	x	x	
01.02	ESTRUCTURAS	CONCRETO -SUMINISTRO	MANDAR CORREO A UNICON VACIADO	un día antes del vaciado	ING STEVE TELLO	x	x	x	x	x	x	
01.03	ESTRUCTURAS	ACERO-SUMINISTRO	PEDIDOS DE ACERO	Una vez por semana	ING STEVE TELLO	x						
01.04	ESTRUCTURAS	VIGUETAS Y BOVEDILLAS	COORDINACION HECTOR PRODACCHEQUEO PROGRAMACION	Una vez por semana	ING DERIAN	x						
01.05	ESTRUCTURAS	TORRE GRUA	COORDINACION COLOCACION DE VIGAS DE ARRIOSTRE Y TELESCOPAJE DE LA TG.	una vez por mes	ING DERIAN/BERGRUAS	x						
01.06	ELECTRICAS	COMPATIBILIZACION	CHEQUEO DE PLANOS ELECTRICOS PISO 1 HASTA EL PISO 20 (CENTRO DE LUZ)	Horas antes del vaciado	ING DERIAN LLERENA		x	x	x		x	
01.07	ELECTRICAS	TUBERIAS-SUMINISTRO	PEDIDO DE TUBOS	Una vez por semana	ING DERIAN LLERENA	x						
01.08	ESTRUCTURAS	ENCOFRADO-SUMINISTRO	PEDIDO DE DESMOLDANTE	Una vez por semana	ING DERIAN LLERENA	x						

Figura 29. Análisis de Restricciones

Elaboración: el autor.

### **5.1.2 Análisis de la curva semanal del avance de acero**

Aplicado el análisis de restricciones durante todas las semanas del casco estructural a partir de la semana 25 se logra que la producción no baje del 80 % al realizar la correcta coordinación con el proveedor de acero y realizar la programación con la llegada del acero a obra y tener la programación de la torre grúa no afectar a la producción que si la partida del acero se retrasa conlleva a que la partida de encofrado y el vaciado de concreto obtenga demoras y afecte a la programación planificada.

### **5.1.3 Medición de la programación de las actividades**

Aplicando la programación de las actividades tanto de producción como de materiales de la semana se debe tener en cuentas las siguientes restricciones que se deben cumplir en todas las semanas siguientes del casco estructural.

- Acero: La llegada de acero deberá ser todos los días lunes, dando el inicio de semana un pedido de 10 toneladas en obra.
- Viguetas y bovedillas: La llegada de viguetas y bovedillas se dieron los tres primeros días de la semana para que desde el tráiler que los transporta a obra sea movido directo al punto de trabajo.
- Concreto: Según la programación semanal se daría en el horario de losa en la mañana y placas y columnas por la tarde realizando el vaciado todos los días de la semana.
- Otras actividades : Se realizaran en nuestros tiempos muertos para un apoyo al winche en subir materiales como :
  - Cemento.
  - Arena.
  - Agua.
  - Encofrado.

La programación de la torre grúa se efectuara los fines de semana día sábado en coordinación con el equipo de staff para dar prioridad a

las partidas de acero concreto y encofrado para que no afecte a la programación del casco estructural



#### 5.1.4 Análisis de los resultados con las mejoras de la curva semanal del avance del acero

Todas las semanas se obtiene un avance de cumplimiento mayor al 80 % que mejoran la productividad en acero y no causando retrasos en el tren de actividades se analizó desde la semana 25 hasta la semana 37 que se termina la azotea del casco estructural.

CURVA SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD DEL ACERO	
SEMANA 25	90%
SEMANA 26	90%
SEMANA 27	80%
SEMANA 28	90%
SEMANA 29	100%
SEMANA 30	80%
SEMANA 31	100%
SEMANA 32	100%
SEMANA 33	90%
SEMANA 34	90%
SEMANA 35	100%
SEMANA 36	90%
SEMANA 37	90%
SEMANA 38	90%
SEMANA 39	80%
SEMANA 40	100%
SEMANA 41	100%

Cuadro 28. Curva semana de productividad del acero

Elaboración: el autor.

Se presenta el análisis de la curva de productividad semanal del acero teniendo en cuenta que todas son mayores al 80 % y sabemos que las actividades que se analizaron son las siguientes.

- Acero en losa.
- Acero en placas.
- Acero en columnas.

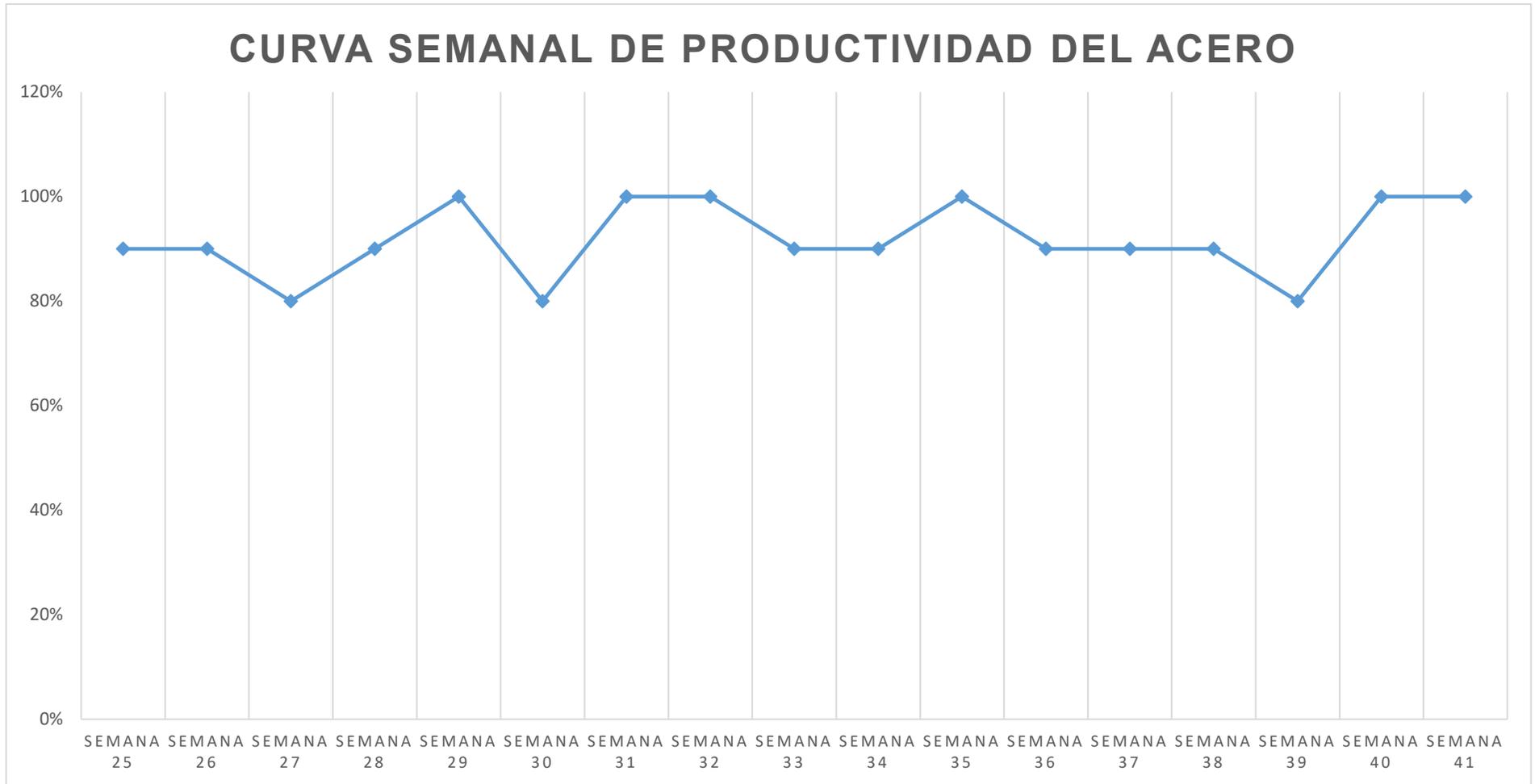


Gráfico 11. Curva semanal de productividad del acero.

Elaboración: el autor.

## 5.2 Carta de Balance para la semana 26

Elaborado el Lookahead, se procede con el control de las actividades programadas de la semana por medio de la carta balance, se observó y se anotó los trabajos no contributorios, contributorios y productivos del personal esto sirve para determinar cuál es el factor que afecta al rendimiento del personal, y nos permite observar el impacto que le pueda ocasionar al trabajo en equipo; así como también ayuda a buscar la solución del posible problema.

Como se observa en la figura 30, el primer sector corresponde a la mayoría del terreno techado de los cuales se asignó la cuadrilla de carpinteros para los trabajos de encofrado de muro columnas y losas la distribución de las cuadrillas se pueden observar en el cuadro 23 y como se ha distribuido dentro del sector analizado en la figura 31, En el cuadro 9, se puede observar la descripción de cada trabajo realizado y analizado según el tiempo indicado, la presencia de tomas de datos fue presencial con una carta balance por integrantes del staff entre ellos el tesista.

Los datos obtenidos los podemos ver en el Cuadro 29 y los resultados en los gráficos 12, 13, 14, 15, Obtenemos como resultado que el trabajo contributorio resulto el de mayor porcentaje con un 32.98 % en comparación con el trabajo productivo que obtuvo un 39.79 % y del no contributorio con un 28.24 % del total, estas lecturas se puede mejorar porque es una partida controlada que no genera pérdidas.

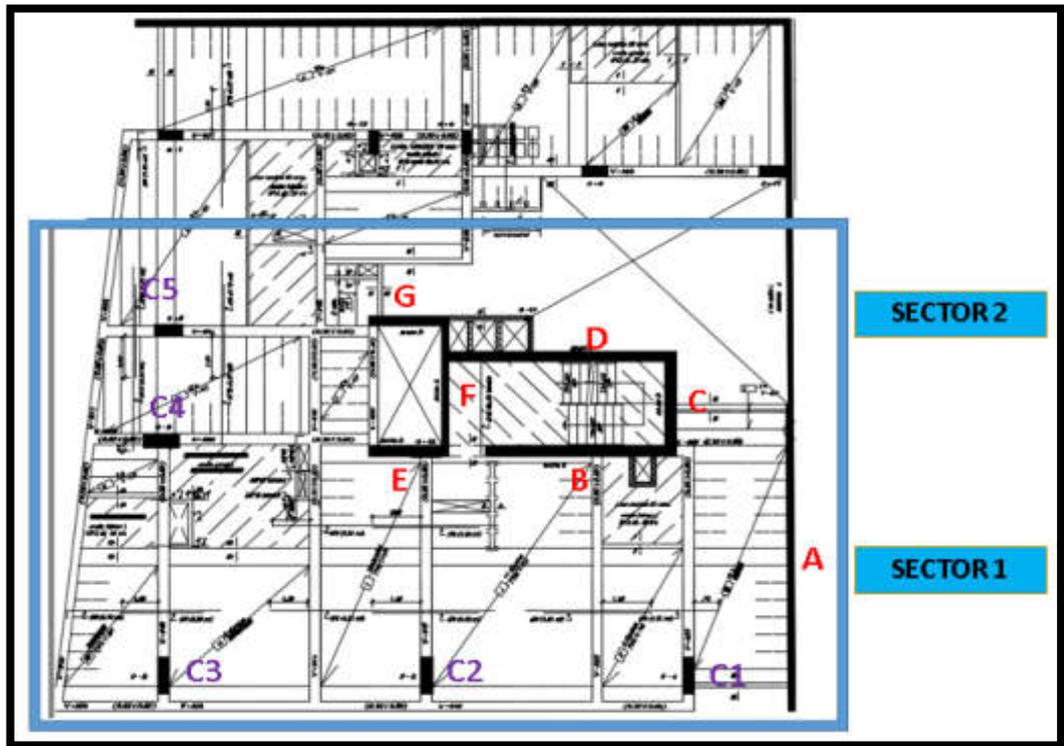


Figura 30. Sector de levantamiento para la carta balance.

Elaboración: el autor.

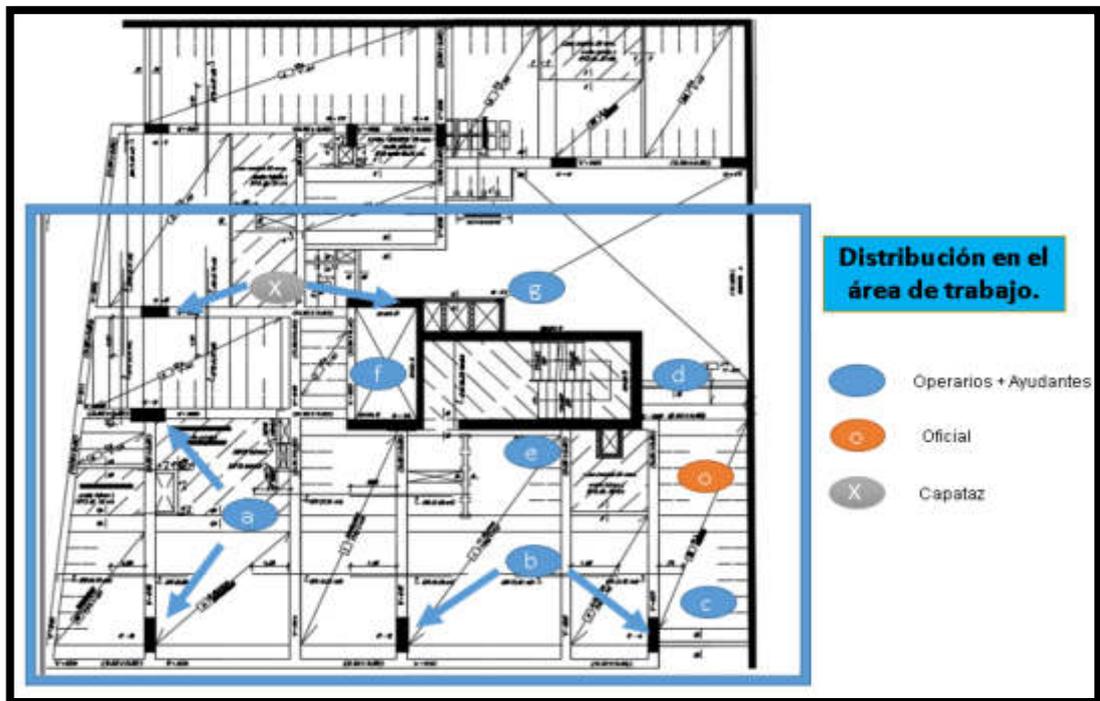


Figura 31. Esquema de distribución de la cuadrilla en el área de trabajo.

Elaboración: el autor.

PARTIDA : ENCOFRADO DE MUROS, LOSA Y COLUMNAS			
NOMBRE	CARGO	NOMBRE	CARGO
Froylan Huamán	Capataz ( X )	Erick Salas ( O )	Oficial
Cristian Carrasco	Operario ( a )	Henry Calderón ( a2 )	Ayudante
Carlos Ticlia	Operario ( b )	Jesús Vásquez ( b2 )	Ayudante
Juan Cisneros	Operario ( c )	Edwin Ochoa ( c2 )	Ayudante
Edwar Yumbatto	Operario( d )	Carlos Sánchez ( d2 )	Ayudante
Juan Torres	Operario ( e )	Jerry Tanaca ( e2)	Ayudante
Víctor Herencia	Operario ( f )	Manuel Pérez ( f2 )	Ayudante
Gabriel Hurtado ( g )	Operario ( g )	Nelson Cruz ( h )	Ayudante

Cuadro 29. Cuadrilla de la partida de encofrado.

Elaboración: el autor.

Trabajo Productivo	
BOL	colocación de bolillos en muros
RIE	Colocar rieles en muros
CPM	colocar planchas en muros
CAM	colocar accesorios en muros
ALIN	colocar alineadores
PUNT	colocar puntales
Trabajo Contributivo	
ACC	retiro de accesorios en muros
I	recibir/dar instrucciones
RA	retiro de alineador
T	transporte de material
QPM	retiro de plancha en muros
X	búsqueda de accesorios
CD	Aplicación de desmoldante
LE	Limpieza de encofrado
Trabajo No Contributivo	
VIAJE	viaje improductivo
E	esperas
R	trabajo rehecho
N	tiempo ocioso

Cuadro 30. Descripción de Actividades

Elaboración: el autor.

Mediccion	Operario. Cristian Carrasco ( a )	Ayudante. Henry Calderon	Operario. Carlos Tielia ( b )	Ayudante. Jesus Vasquez	Operario. Juan Cisneros ( c )	Ayudante. Edwin Ochoa	Operario. Edgar Yumbetto ( d )	Ayudante. Carlos Sanchez	Operario. Juan Torres ( e )	Ayudante. Jerry Tanaca	Operario. Victor Herencia ( f )	Ayudante. Manuel Perez	Operario. Gabriel Hurtado ( g )	Ayudante. Nelson Cruz
1	N	T	VIAJE	N	N	T	N	VIAJE	N	T	N	T	N	VIAJE
2	N	N	VIAJE	N	N	T	I	VIAJE	N	T	VIAJE	T	N	VIAJE
3	N	N	CD	T	N	N	VIAJE	LE	N	CPM	VIAJE	VIAJE	N	CPM
4	N	T	CD	N	VIAJE	N	VIAJE	LE	VIAJE	N	CPM	VIAJE	CPM	CPM
5	N	CPM	N	N	CPM	CPM	E	VIAJE	VIAJE	N	CPM	CPM	CPM	CPM
6	CPM	CPM	N	N	CPM	CPM	E	VIAJE	CPM	VIAJE	LE	CPM	CPM	T
7	CPM	CPM	N	CPM	CPM	CPM	CPM	LE	CPM	CPM	CD	CPM	N	T
8	CPM	LE	LE	CPM	CPM	LE	T	N	CPM	CPM	CD	LE	N	N
9	E	LE	LE	CPM	CPM	LE	X	N	LE	CPM	CPM	LE	N	N
10	E	LE	LE	LE	CPM	LE	N	N	LE	N	CPM	LE	CPM	N
11	CPM	LE	E	LE	LE	CD	N	CD	LE	N	LE	CD	CPM	N
12	CAM	LE	E	LE	LE	CD	N	CD	LE	LE	LE	CD	CPM	CD
13	LE	LE	I	LE	LE	CD	VIAJE	I	CPM	LE	LE	ALIN	CD	CD
14	LE	CD	VIAJE	CD	CD	I	CD	CD	CPM	LE	CD	ALIN	VIAJE	I
15	LE	CD	VIAJE	CD	VIAJE	I	N	I	VIAJE	CD	CD	ALIN	CD	CD
16	LE	CD	CAM	CD	CD	CAM	N	I	CD	CD	VIAJE	ALIN	CD	I
17	LE	CD	CAM	CD	VIAJE	CD	N	CAM	N	CD	CD	ACC	CD	I
18	CD	CAM	CAM	CD	CD	CD	CAM	CD	N	ALIN	CD	ACC	CD	ACC
19	CPM	CAM	ACC	CD	VIAJE	CD	CAM	ALIN	N	ALIN	CAM	ACC	N	ACC
20	CPM	CAM	N	CD	T	CD	LE	ALIN	T	ALIN	CAM	N	N	ACC
21	CPM	T	N	CD	X	ALIN	LE	ALIN	X	ALIN	T	N	N	T
22	E	X	N	CAM	X	ALIN	N	ALIN	X	ALIN	X	CD	CAM	ACC
23	ALIN	X	X	CAM	CAM	ALIN	N	ALIN	CAM	ALIN	N	CD	CAM	ACC
24	ALIN	X	CPM	CAM	CAM	ALIN	N	ACC	CAM	ALIN	N	CD	CAM	VIAJE
25	T	X	CPM	E	CAM	ALIN	CAM	ACC	CAM	ALIN	N	VIAJE	T	VIAJE
26	X	CAM	CPM	E	CAM	ALIN	CAM	ACC	CAM	ACC	CAM	N	X	VIAJE
27	X	CAM	CPM	N	CAM	CPM	ACC	E	CAM	ACC	ACC	N	X	VIAJE
28	ALIN	CAM	ACC	N	CAM	CPM	CPM	E	CAM	ACC	ACC	X	CAM	VIAJE
29	ALIN	T	ACC	N	CAM	ACC	CPM	ACC	CAM	N	ACC	X	CAM	CAM
30	ALIN	QPM	ACC	VIAJE	ACC	ACC	CPM	ALIN	ACC	N	T	QPM	CAM	CAM
31	ALIN	N	E	VIAJE	CAM	ACC	CPM	ALIN	CAM	N	ACC	QPM	CAM	CAM
32	VIAJE	N	E	E	CAM	E	CPM	ALIN	CAM	CD	ACC	QPM	ACC	CAM
33	VIAJE	N	VIAJE	E	CAM	E	CPM	ALIN	T	CD	CPM	X	ACC	CAM
34	RA	QPM	VIAJE	N	CPM	ACC	N	ALIN	ACC	VIAJE	CPM	X	CAM	CAM
35	RA	X	ACC	N	E	ACC	N	ALIN	ACC	VIAJE	CPM	BOL	CAM	CAM
36	T	X	ALIN	N	E	CD	N	CD	E	E	CPM	BOL	CAM	ACC
37	E	X	QPM	X	VIAJE	CD	VIAJE	CD	VIAJE	X	CPM	BOL	ACC	ACC
38	E	X	QPM	X	VIAJE	CD	VIAJE	CD	VIAJE	X	CPM	T	ACC	ACC
39	E	E	N	X	ALIN	CD	VIAJE	VIAJE	CPM	QPM	I	QPM	ACC	T
40	ALIN	E	N	QPM	ALIN	VIAJE	N	VIAJE	CPM	QPM	I	QPM	CPM	ACC
41	ALIN	VIAJE	N	QPM	ALIN	VIAJE	N	E	CPM	QPM	RA	T	CPM	ACC
42	VIAJE	VIAJE	E	QPM	ALIN	E	N	X	ALIN	X	RA	E	CPM	BOL
43	E	E	N	X	ALIN	E	ALIN	X	ALIN	X	RA	E	I	BOL
44	ALIN	E	N	X	ALIN	X	ALIN	QPM	ALIN	VIAJE	T	VIAJE	I	BOL
45	BOL	X	N	X	RA	X	ALIN	QPM	RA	E	ALIN	BOL	RA	BOL
46	BOL	T	ACC	E	RA	QPM	RA	QPM	RA	E	ALIN	BOL	RA	BOL
47	N	T	N	VIAJE	RA	QPM	RA	X	RA	X	ALIN	BOL	RA	BOL
48	N	T	N	VIAJE	RA	QPM	RA	X	T	X	ALIN	BOL	T	N

Mediccion	Operario. Cristian Carrasco ( a )	Ayudante. Henry Calderon	Operario. Carlos Tidia ( b )	Ayudante. Jesus Vasquez	Operario. Juan Cineros ( c )	Ayudante. Edwin Ochoa	Operario. Edwar Yumbatto ( d )	Ayudante. Carlos Sanchez	Operario. Juan Torres ( e )	Ayudante. Jerry Tanaca	Operario. Victor Herencia ( f )	Ayudante. Manuel Perez	Operario. Gabriel Hurtado ( g )	Ayudante. Nelson Cruz
49	N	T	N	QPM	RA	X	T	VIAJE	T	N	ALIN	E	E	N
50	BOL	T	BOL	QPM	RA	X	T	E	T	N	ALIN	VIAJE	E	N
51	BOL	T	ACC	QPM	BOL	E	T	E	BOL	N	ALIN	VIAJE	VIAJE	BOL
52	BOL	BOL	PUNT	X	BOL	VIAJE	BOL	X	BOL	T	ALIN	RIE	VIAJE	BOL
53	BOL	BOL	PUNT	X	BOL	VIAJE	BOL	X	BOL	QPM	ALIN	RIE	BOL	BOL
54	BOL	BOL	QPM	N	BOL	T	BOL	QPM	BOL	QPM	ALIN	RIE	BOL	BOL
55	BOL	T	T	N	BOL	T	BOL	QPM	BOL	T	T	RIE	BOL	BOL
56	T	T	T	N	N	QPM	BOL	T	BOL	E	T	RIE	BOL	BOL
57	T	QPM	QPM	VIAJE	N	QPM	BOL	T	BOL	E	T	RIE	BOL	BOL
58	T	QPM	QPM	T	N	T	BOL	QPM	BOL	VIAJE	T	RIE	BOL	BOL
59	VIAJE	BOL	VIAJE	T	BOL	E	N	QPM	BOL	BOL	VIAJE	E	BOL	VIAJE
60	VIAJE	BOL	VIAJE	T	QPM	E	N	T	BOL	BOL	BOL	E	BOL	VIAJE
61	E	BOL	QPM	QPM	T	VIAJE	N	E	BOL	BOL	BOL	VIAJE	BOL	VIAJE
62	I	BOL	N	QPM	T	BOL	BOL	E	VIAJE	BOL	BOL	VIAJE	BOL	VIAJE
63	T	VIAJE	N	QPM	QPM	BOL	T	VIAJE	VIAJE	E	I	ACC	BOL	RIE
64	T	E	N	T	QPM	BOL	T	BOL	VIAJE	VIAJE	I	ACC	T	RIE
65	RIE	E	QPM	E	RIE	BOL	T	BOL	BOL	VIAJE	BOL	ACC	T	RIE
66	RIE	VIAJE	E	E	RIE	QPM	T	BOL	T	RIE	BOL	QPM	E	RIE
67	RIE	E	E	VIAJE	RIE	QPM	T	BOL	T	RIE	BOL	QPM	E	N
68	RIE	X	T	VIAJE	RIE	QPM	T	E	T	RIE	BOL	QPM	VIAJE	RIE
69	RIE	X	T	BOL	RIE	E	RIE	VIAJE	T	RIE	BOL	X	VIAJE	RIE
70	RIE	X	T	BOL	RIE	VIAJE	R	VIAJE	RIE	RIE	BOL	X	T	RIE
71	RIE	X	T	BOL	RIE	VIAJE	N	ACC	RIE	RIE	T	X	T	RIE
72	RIE	QPM	E	BOL	VIAJE	ACC	RIE	ACC	RIE	RIE	T	VIAJE	E	RIE
73	RIE	QPM	E	QPM	VIAJE	ACC	RIE	N	RIE	RIE	VIAJE	ACC	E	RIE
74	RIE	QPM	QPM	N	QPM	ACC	RIE	N	RIE	RIE	VIAJE	ACC	VIAJE	RIE
75	RIE	QPM	N	N	QPM	QPM	RIE	N	RIE	RIE	T	ACC	VIAJE	RIE
76	E	QPM	N	N	VIAJE	QPM	RIE	QPM	RIE	RIE	T	ACC	RIE	RIE
77	VIAJE	T	N	X	VIAJE	QPM	RIE	T	RIE	RIE	RIE	E	RIE	ACC
78	RIE	T	RIE	X	QPM	T	R	T	RIE	E	RIE	ACC	RIE	ACC
79	RIE	T	RIE	E	T	T	N	T	RIE	E	RIE	VIAJE	RIE	ACC
80	RIE	T	RIE	VIAJE	T	T	T	E	RIE	VIAJE	RIE	VIAJE	RIE	QPM
81	E	T	VIAJE	VIAJE	E	T	T	E	R	VIAJE	RIE	ACC	RIE	QPM
82	E	T	VIAJE	E	E	T	T	VIAJE	N	ACC	RIE	ACC	RIE	QPM
83	VIAJE	T	RIE	E	QPM	T	T	VIAJE	T	ACC	RIE	T	RIE	X
84	VIAJE	E	RIE	VIAJE	QPM	E	PUNT	ACC	T	ACC	RIE	T	RIE	X
85	E	E	VIAJE	VIAJE	QPM	E	PUNT	ACC	T	QPM	RIE	T	RIE	X
86	E	X	RIE	ACC	N	VIAJE	PUNT	ACC	T	QPM	RIE	T	RIE	VIAJE
87	T	X	E	ACC	N	VIAJE	PUNT	QPM	PUNT	QPM	T	PUNT	E	N
88	T	VIAJE	E	ACC	N	ACC	PUNT	QPM	PUNT	X	T	PUNT	VIAJE	N
89	VIAJE	VIAJE	T	QPM	PUNT	ACC	PUNT	QPM	PUNT	X	E	I	T	N
90	VIAJE	E	T	QPM	PUNT	ACC	E	X	E	X	VIAJE	I	T	N
91	VIAJE	E	VIAJE	QPM	PUNT	QPM	VIAJE	X	VIAJE	VIAJE	VIAJE	N	VIAJE	ACC
92	T	VIAJE	PUNT	X	PUNT	QPM	VIAJE	X	VIAJE	ACC	T	N	T	ACC
93	T	E	PUNT	X	PUNT	QPM	VIAJE	VIAJE	PUNT	ACC	T	N	T	T
94	PUNT	X	QPM	X	PUNT	X	E	ACC	PUNT	ACC	PUNT	N	PUNT	T
95	PUNT	X	QPM	VIAJE	PUNT	X	E	ACC	PUNT	ACC	PUNT	PUNT	PUNT	T
96	PUNT	X	QPM	VIAJE	E	X	T	ACC	PUNT	E	PUNT	PUNT	PUNT	T

Medicion	Operario. Cristian Carrasco ( a )	Ayudante. Henry Calderon	Operario. Carlos Ticia ( b )	Ayudante. Jesus Vasquez	Operario. Juan Cisneros ( c )	Ayudante. Edwin Ochoa	Operario. Edwar Yumbatto ( d )	Ayudante. Carlos Sanchez	Operario. Juan Torres ( e )	Ayudante. Jerry Tanaca	Operario. Victor Herencia ( f )	Ayudante. Manuel Perez	Operario. Gabriel Hurtado ( g )	Ayudante. Nelson Cruz
97	PUNT	X	X	ACC	E	VIAJE	T	ACC	T	ACC	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT
98	VIAJE	X	VIAJE	ACC	T	ACC	T	E	PUNT	VIAJE	T	PUNT	VIAJE	VIAJE
99	PUNT	X	VIAJE	ACC	T	ACC	T	ACC	PUNT	VIAJE	T	PUNT	PUNT	ACC
100	PUNT	VIAJE	PUNT	ACC	E	ACC	T	VIAJE	PUNT	ACC	E	PUNT	PUNT	ACC
101	PUNT	VIAJE	T	E	E	ACC	T	VIAJE	PUNT	ACC	VIAJE	PUNT	PUNT	T
102	PUNT	E	T	ACC	RIE	E	E	ACC	PUNT	T	VIAJE	T	PUNT	T
103	VIAJE	E	T	VIAJE	RIE	ACC	E	ACC	PUNT	T	PUNT	T	PUNT	T
104	PUNT	VIAJE	E	VIAJE	RIE	VIAJE	E	PUNT	PUNT	T	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT
105	PUNT	E	E	ACC	RIE	VIAJE	E	PUNT	PUNT	T	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT
106	PUNT	PUNT	PUNT	ACC	PUNT	ACC	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT
107	PUNT	PUNT	PUNT	ACC	PUNT	ACC	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT

Figura 32. Carta de balance.

Fuente: Elaboración Propia.

Tipo	Leyenda	Descripción de actividad	Total	Inc. Total	Inc. por trabajo	%
TP	CPM	colocar planchas en muros	73	4.87%	14.78%	32.98%
	CAM	colocar accesorios en muros	58	3.87%	11.74%	
	ALIN	colocar alineadores	61	4.07%	12.35%	
	BOL	Colocar bolillos en muros	99	6.61%	20.04%	
	RIE	Colocar rieles en muros	102	6.81%	20.65%	
	PUNT	colocar puntales	101	6.74%	20.45%	
TC	ACC	retiro de accesorios en muros	110	7.34%	18.93%	38.79%
	I	recibir/dar instrucciones	19	1.27%	3.27%	
	RA	retiro de alineador	20	1.34%	3.44%	
	T	transporte de material	160	10.68%	27.54%	
	QPM	retiro de plancha en muros	86	5.74%	14.80%	
	X	búsqueda de accesorios	81	5.41%	13.94%	
	CD	Aplicación de desmoldante	63	4.21%	10.84%	
	LE	Limpieza de encofrado	42	2.80%	7.23%	
TNC	VIAJE	viaje improductivo	164	10.95%	38.77%	28.24%
	E	esperas	117	7.81%	27.66%	
	R	trabajo rehecho	3	0.20%	0.71%	
	N	tiempo ocioso	139	9.28%	32.86%	
TOTAL :			1498	100.00%		100.00%

Cuadro 31. Datos obtenidos de la primera muestra en la carta de balance.

Elaboración: el autor.

Una vez identificado y realizado las actividades de cada trabajo procedemos con las grafica para identificar el porcentaje de los trabajos productivos, trabajos contributorio y trabajos no contributorio.

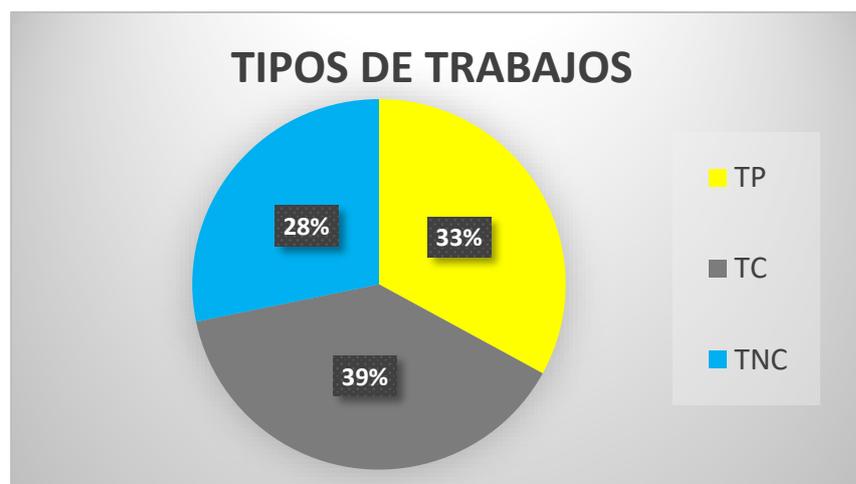


Gráfico 12. Rendimiento de tipos de trabajos de la primera muestra.

Elaboración: el autor.

### 5.2.2 Trabajo productivo

Leyenda	Descripción de actividad	Incid. por trabajo	%
CPM	colocar planchas en muros	15.49%	32%
CAM	colocar accesorios en muros	11.28%	
ALIN	colocar alineadores	13.50%	
BOL	colocar bolillos en muro	18.81%	
RIE	colocar rieles en muros	19.68%	
PUNT	colocar puntales	21.24%	

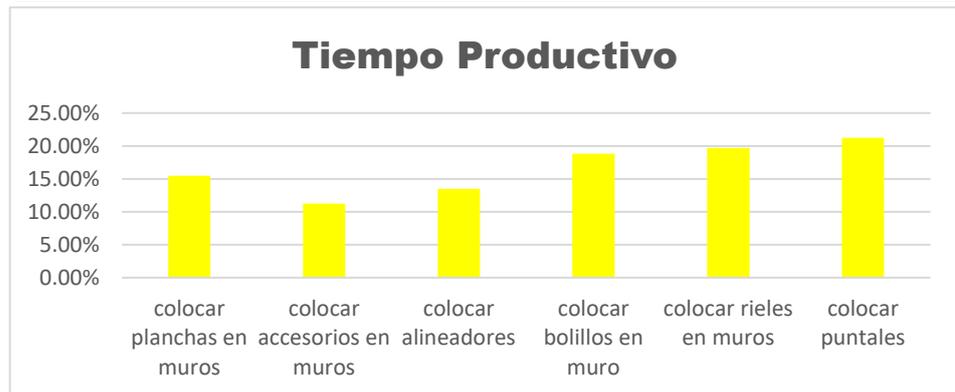


Gráfico 13. Tiempo productivo primera muestra.

Elaboración: el autor.

### 5.2.3 Trabajo contributorio

Leyenda	Descripción de actividad	Incid. por trabajo	%
ACC	retiro de accesorios en muros	17.19%	39%
I	recibir/dar instrucciones	2.96%	
RA	retiro de alineador	3.70%	
T	transporte de material	27.54%	
QPM	retiro de plancha en muros	15.34%	
X	búsqueda de accesorios	14.42%	
CD	Aplicación de desmoldante	11.09%	
LE	Limpieza de encofrado	7.76%	

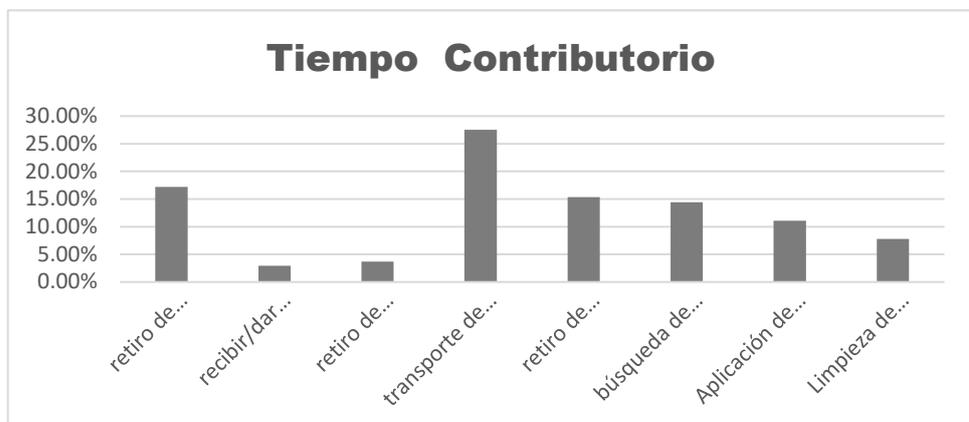


Gráfico 14. Tiempo contributorio primera muestra.

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2.4 Trabajo No Contributorio

Leyenda	Descripcion de actividad	Incid. por trabajo	%
VIAJE	viaje improductivo	24%	24%
E	esperas	21%	
R	trabajo rehecho	1%	
N	tiempo ocioso	53%	

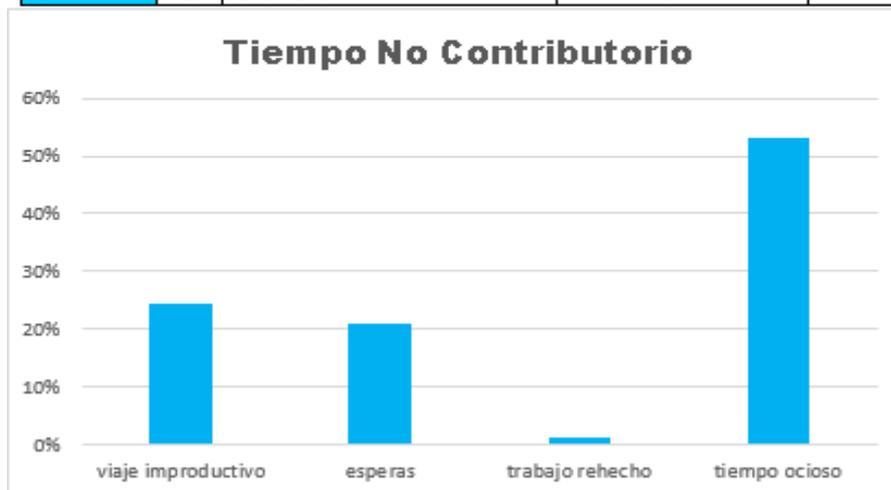


Gráfico 15. Tiempo No Contributorio primera muestra.

Elaboración: el autor.

Analizado cada tipo de trabajo nos damos cuenta que:

- Nuestro tiempo contributorio es alto sobre todo en los trabajos de transporte de material y retiro de accesorio en muro para cual debemos analizar a cada trabajador por separado para obtener un resultado concreto y realizar un análisis previo de los trabajos.
- Nuestro tiempo no contributorio es alto sobre todo en los trabajos de viajes improductivo, esperas y tiempo ocioso para cual debemos analizar a cada trabajador por separado resaltando los trabajos principales que los conlleva a realizar más actividad durante su jornada laboral.

### Análisis de la pareja N° 1

Operario	Nro. De Trabajos
BOL	8
<b>RIE</b>	<b>14</b>
CPM	7
CAM	1
ALIN	9
PUNT	12
I	1
T	11
X	2
CD	1
LE	5
<b>VIAJE</b>	<b>13</b>
<b>E</b>	<b>13</b>
N	8

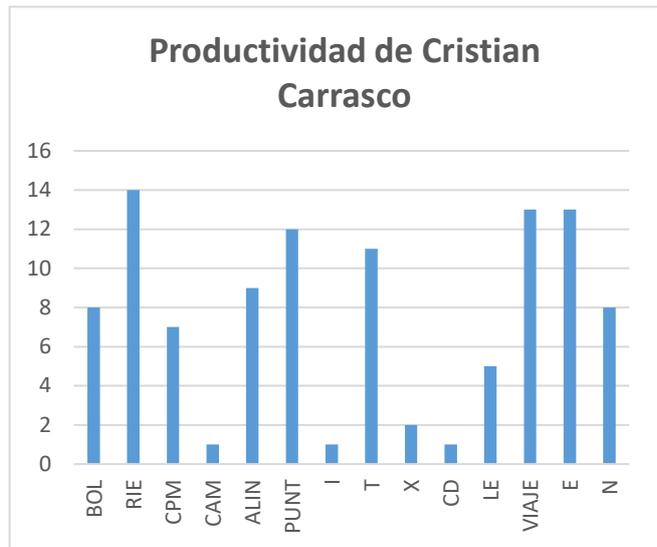


Gráfico 16. Productividad del Operario Cristian Carrasco

Fuente: Elaboración propia.

Ayudante	Nro. De Trabajos
CPM	3
CAM	6
BOL	7
PUNT	2
<b>T</b>	<b>19</b>
QPM	9
<b>X</b>	<b>21</b>
CD	4
LE	6
VIAJE	10
<b>E</b>	<b>15</b>
N	5

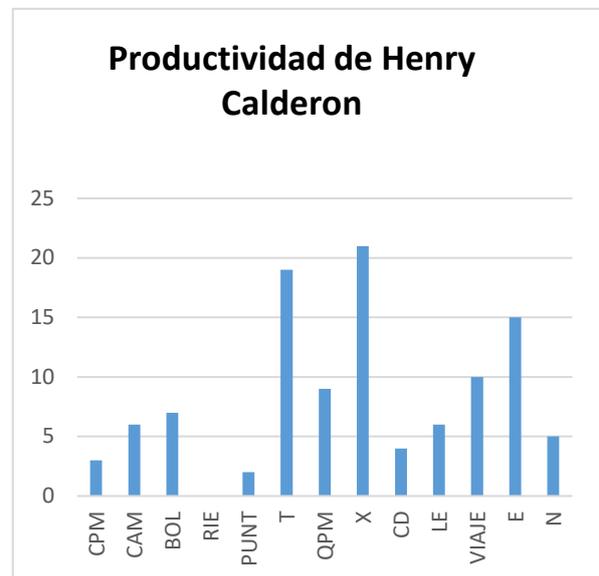


Gráfico 17. Productividad del Ayudante Henry Calderón

Elaboración: el autor.

## Análisis de la pareja N.2

Operario	Nro. De Trabajos
CPM	4
CAM	3
ALIN	1
BOL	1
RIE	6
PUNT	7
ACC	7
I	1
T	11
QPM	11
X	2
CD	2
LE	3
VIAJE	14
E	13
N	21

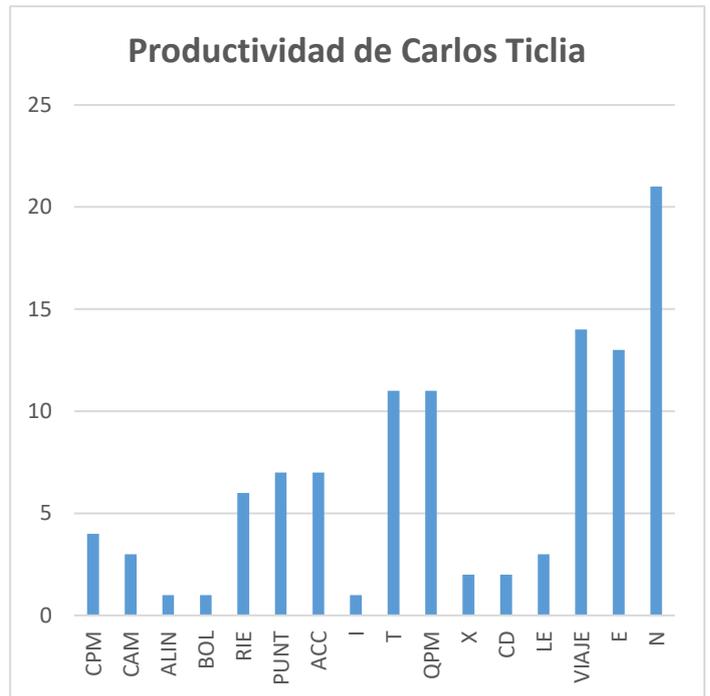


Gráfico 18. Productividad del Operario Carlos Ticia.

Elaboración: el autor.

Ayudante	Nro. De Trabajos
CPM	3
CAM	3
BOL	4
ACC	11
T	5
QPM	13
X	13
CD	8
LE	4
VIAJE	15
E	11
N	17

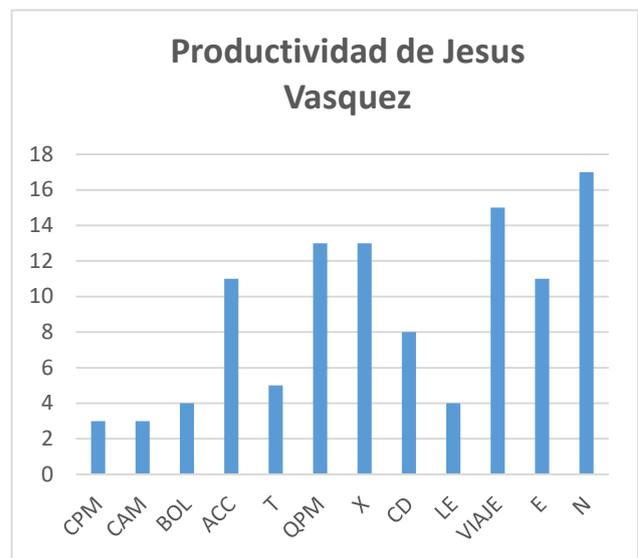


Gráfico 19. Productividad del ayudante Jesús Vásquez.

Elaboración: el autor.

### Análisis de la pareja N.3

Operario	Nro. De Trabajos
CPM	7
<b>CAM</b>	<b>10</b>
ALIN	6
BOL	6
<b>RIE</b>	<b>11</b>
PUNT	9
ACC	1
RA	6
T	7
QPM	9
X	2
CD	3
LE	3
<b>VIAJE</b>	<b>10</b>
E	8
N	9

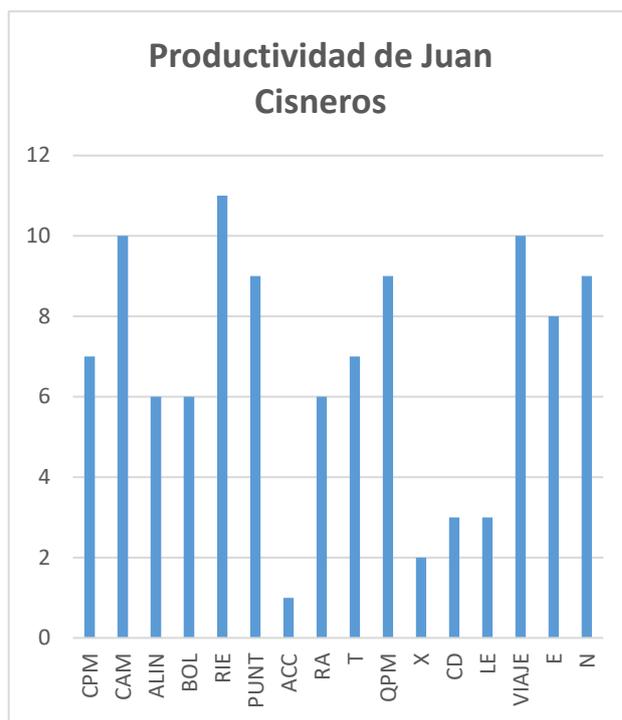


Gráfico 20. Productividad del operario Juan Cisneros.

Elaboración: el autor.

Ayudante	Nro. De Trabajos
CPM	5
CAM	1
ALIN	6
BOL	4
ACC	18
I	2
T	11
QPM	14
X	7
CD	11
LE	3
<b>VIAJE</b>	<b>12</b>
E	11
N	2

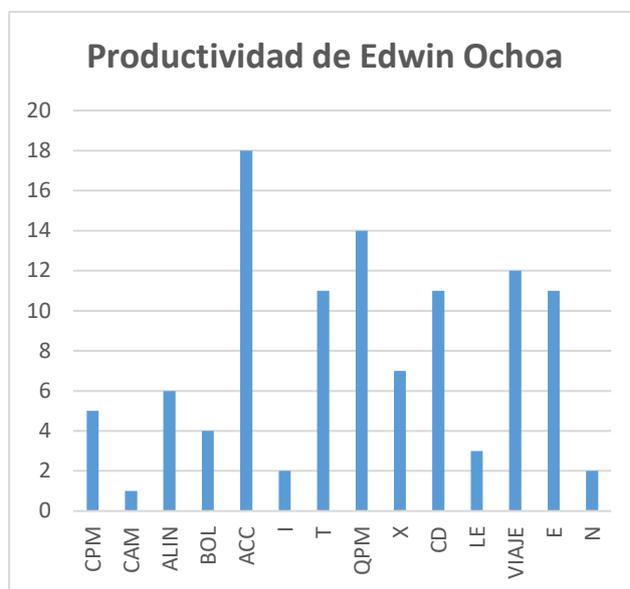


Gráfico 21. Productividad del Ayudante Edwin Ochoa.

Elaboración: el autor.

## Análisis de la pareja N.4

Operario	Nro. De Trabajos
CPM	7
CAM	4
ALIN	3
BOL	8
RIE	7
PUNT	8
ACC	1
I	1
RA	3
T	20
X	1
CD	1
LE	2
VIAJE	9
E	9
R	2
N	21

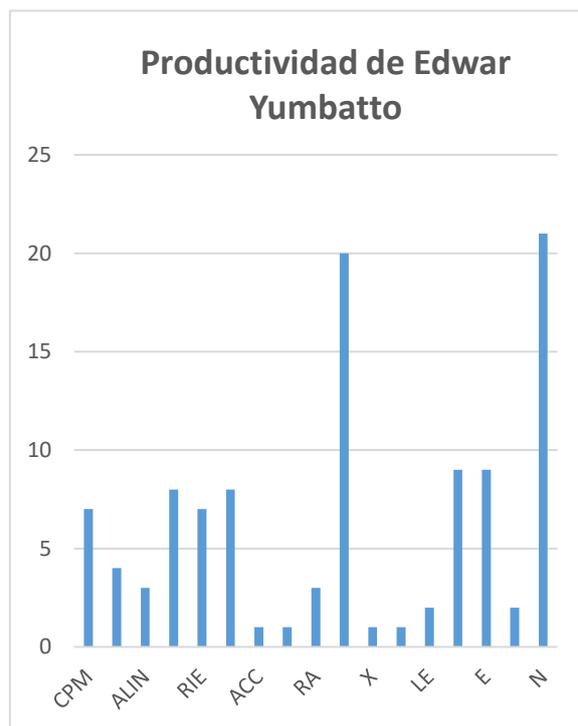


Gráfico 22. Productividad del Operario Edward Yumbatto.

Elaboración: el autor.

Ayudante	Nro. De Trabajos
CAM	1
ALIN	11
BOL	4
PUNT	4
ACC	16
I	3
T	6
QPM	11
X	9
CD	7
LE	3
VIAJE	15
E	11
N	6

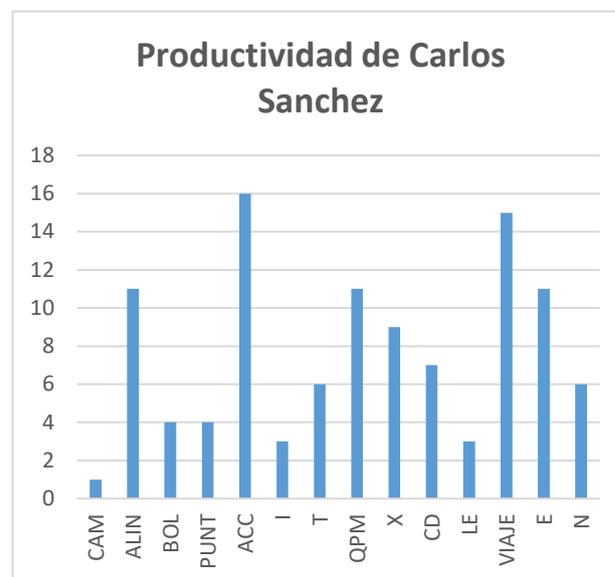


Gráfico 23. Productividad del Ayudante Carlos Sánchez.

Elaboración: el autor.

### Análisis de la pareja N.5

Operario	Nro. De Trabajos
CPM	8
CAM	9
ALIN	3
BOL	12
RIE	11
PUNT	17
ACC	3
RA	3
T	14
X	2
CD	2
LE	3
VIAJE	10
E	2
R	1
N	7

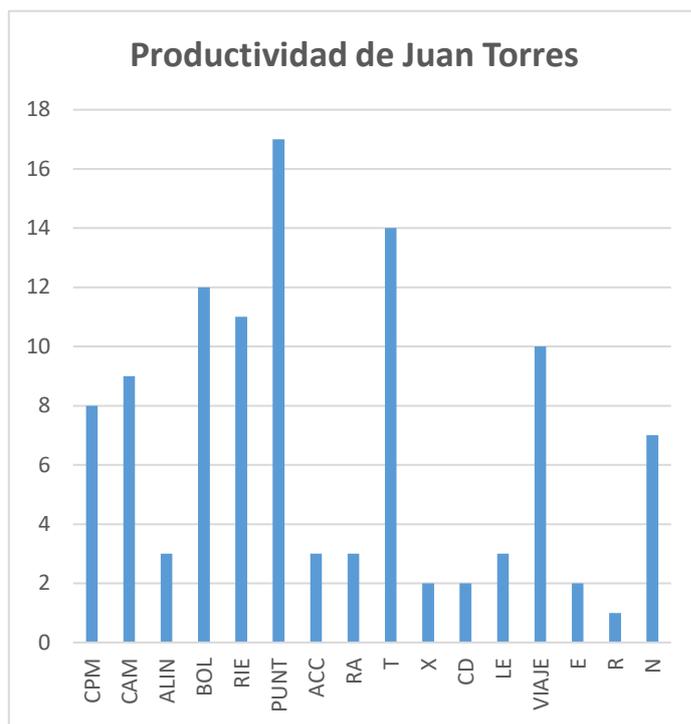


Gráfico 24. Productividad del Operario Juan Torres.

Elaboración: el autor.

Ayudante	Nro. De Trabajos
CPM	4
ALIN	8
BOL	4
RIE	12
PUNT	2
ACC	13
T	8
QPM	8
X	9
CD	5
LE	3
VIAJE	12
E	9
N	10

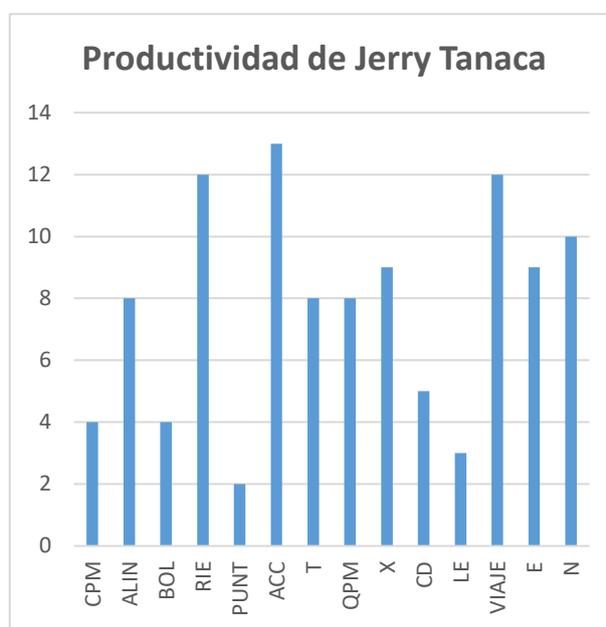


Gráfico 25. Productividad del Ayudante Jerry Tanaca.

Elaboración: el autor.

### Análisis de la Pareja N.6

Operario	Nro. De Trabajos
CPM	10
CAM	3
ALIN	10
BOL	9
<b>RIE</b>	<b>10</b>
PUNT	9
ACC	5
I	4
RA	3
<b>T</b>	<b>17</b>
X	1
CD	6
LE	4
<b>VIAJE</b>	<b>10</b>
E	2
N	4

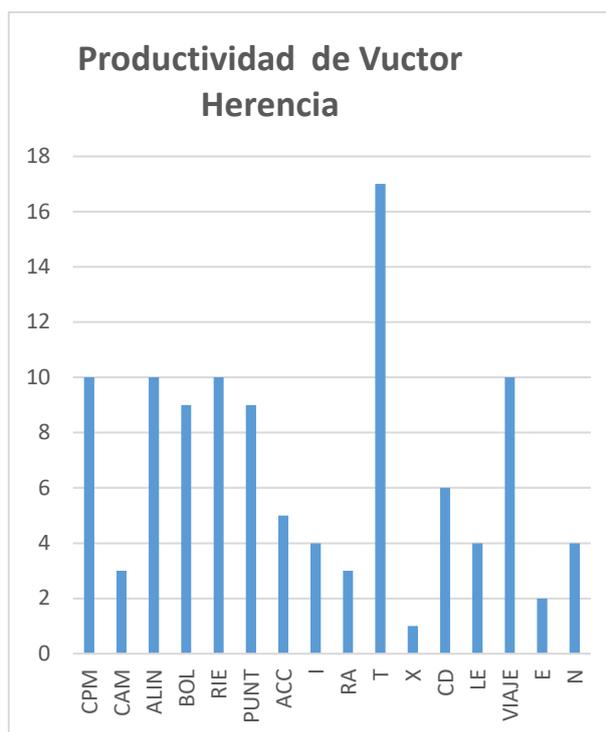


Gráfico 26. Productividad del Operario Víctor Herencia.

Elaboración: el autor.

Ayudante	Nro. De Trabajos
CPM	3
ALIN	4
BOL	7
RIE	7
<b>PUNT</b>	<b>13</b>
<b>ACC</b>	<b>13</b>
I	2
T	10
QPM	8
X	7
CD	5
LE	3
<b>VIAJE</b>	<b>11</b>
E	6
N	8

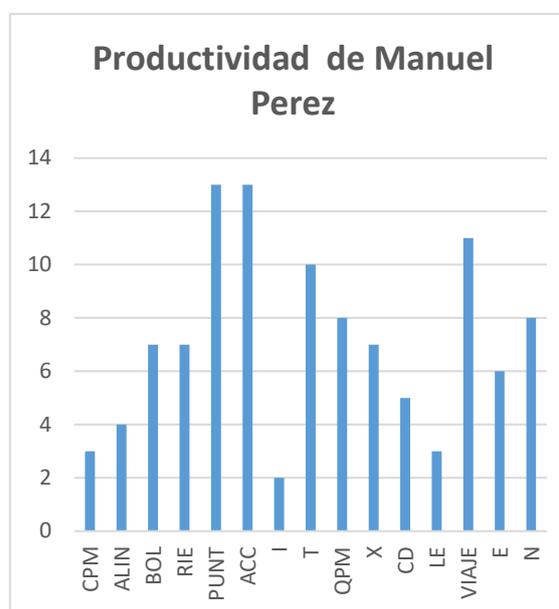


Gráfico 27. Productividad del Ayudante Manuel Pérez

Elaboración: el autor.

## Análisis de Pareja N.7

Operario	Nro. De Trabajos
CPM	9
CAM	10
<b>BOL</b>	<b>11</b>
<b>RIE</b>	<b>11</b>
<b>PUNT</b>	<b>13</b>
ACC	5
I	2
RA	3
T	10
X	2
CD	5
VIAJE	10
E	7
N	9

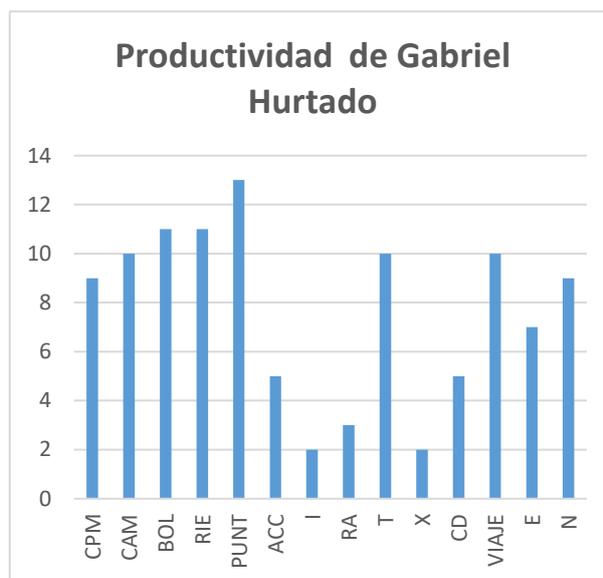


Gráfico 28. Productividad del Operario Gabriel Hurtado.

Elaboración: el autor.

Ayudante	Nro. De Trabajos
CPM	9
CAM	10
<b>BOL</b>	<b>11</b>
<b>RIE</b>	<b>11</b>
<b>PUNT</b>	<b>13</b>
ACC	5
I	2
RA	3
T	10
X	2
CD	5
VIAJE	10
E	7
N	9

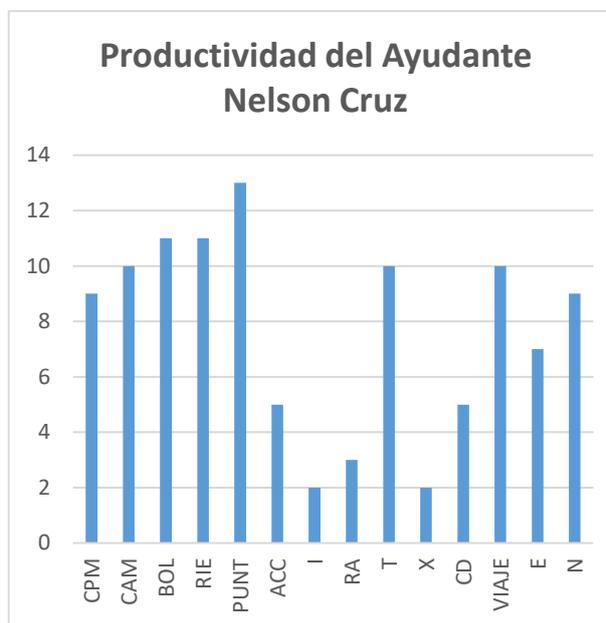


Gráfico 29. Productividad del Ayudante Nelson Cruz.

Elaboración: el autor.

Al analizar a cada operario y ayudante deducimos que los trabajos mayores realizados por ambos trabajadores son los VIAJES y el trabajo N (tiempo ocioso) para deducir el trabajo en equipo haremos un gráfico donde se muestra la clasificación de tiempo de cada uno de los trabajadores evaluado en parejas.

ANÁLISIS POR PAREJA			
Cuadrilla	TP	TC	TNC
Pareja 1	69	79	64
Pareja 2	32	91	91
Pareja 3	65	97	52
Pareja 4	57	84	73
Pareja 5	90	73	51
Pareja 6	85	88	41
Pareja 7	108	54	52

Cuadro 32. Análisis por pareja de la primera muestra.

Fuente: Elaboración propia.

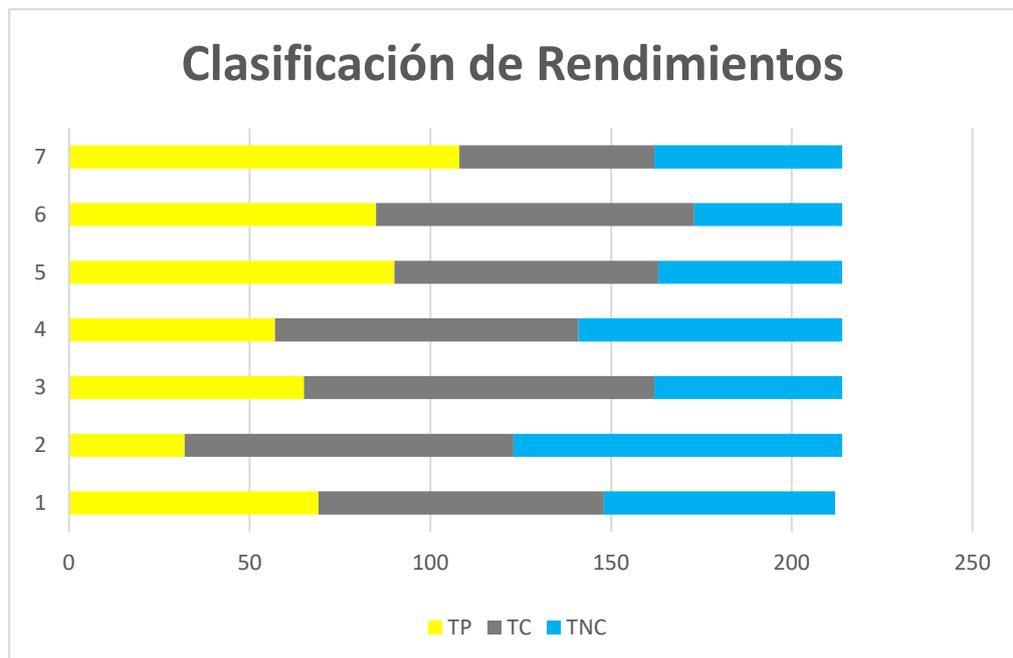


Gráfico 30. Clasificación de rendimiento por pareja de la primera muestra

Elaboración: el autor.

- Deducimos que la pareja 2 tiene un alto índice de improductividad al tener el tiempo productivo menor y el tiempo contributorio y tiempo no contributorio exageradamente mayor. Como medida correctiva en coordinación con el contratista se realizó el cambio de operario y ayudante.

### **5.2.5 Diagnóstico de la primera medición**

De acuerdo a lo analizado en la primera medición de la carta balance deducimos que las actividades que ocupan mayor tiempo en plena ejecución de la actividad son:

**VIAJES:** En la primera etapa de mediciones de cada trabajador operario y ayudante esta actividad no contributorio fue la que más se ejerció, esto es a que los servicios higiénicos y el agua para consumo humano se encontraban lejos del punto de trabajo.

**TRASLADO DE MATERIAL:** En la primera etapa de mediciones a cada trabajador operario y ayudante esta actividad contributorio fue la que más se ejerció, esto es por consecuencia que el material no llegaba al piso de trabajo, se debe a la falta de programación de la torre grúa.

**TIEMPO OCIOSO:** En la primera etapa de mediciones a cada trabajador operario y ayudante esta actividad no contributorio fue la que más se ejerció, esto se debe en consecuencia a la actividad de traslado de material que generaba tiempo muerto en los trabajadores.

#### **5.2.5.1 Análisis horizontal del transporte**

Teniendo una cuadrilla de 4 ayudantes para trasladar material a una distancia de 26.7 m.



CALCULO DEL TIEMPO PRIMER MOVIMIENTO DE TRABAJADORES			
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO
1.00	MATERIALES DE ENCOFRADO		
1.01	DISTANCIA RECORRIDA	ML	26.7
1.02	CANTIDAD DE AYUDANTES	UNID	4.00
1.03	CANTIDAD DE PANELES	UNID	80.00
1.04	RECORRIDO DE UN AYUDANTE	SEG	50.00
ACTIVIDAD REALIZADA		SEG	4000.00
		HRS	1.11 min

Cuadro 33. Primer movimiento de trabajadores.

Elaboración: el autor.

### 5.2.5.2 Análisis horizontal del transporte.

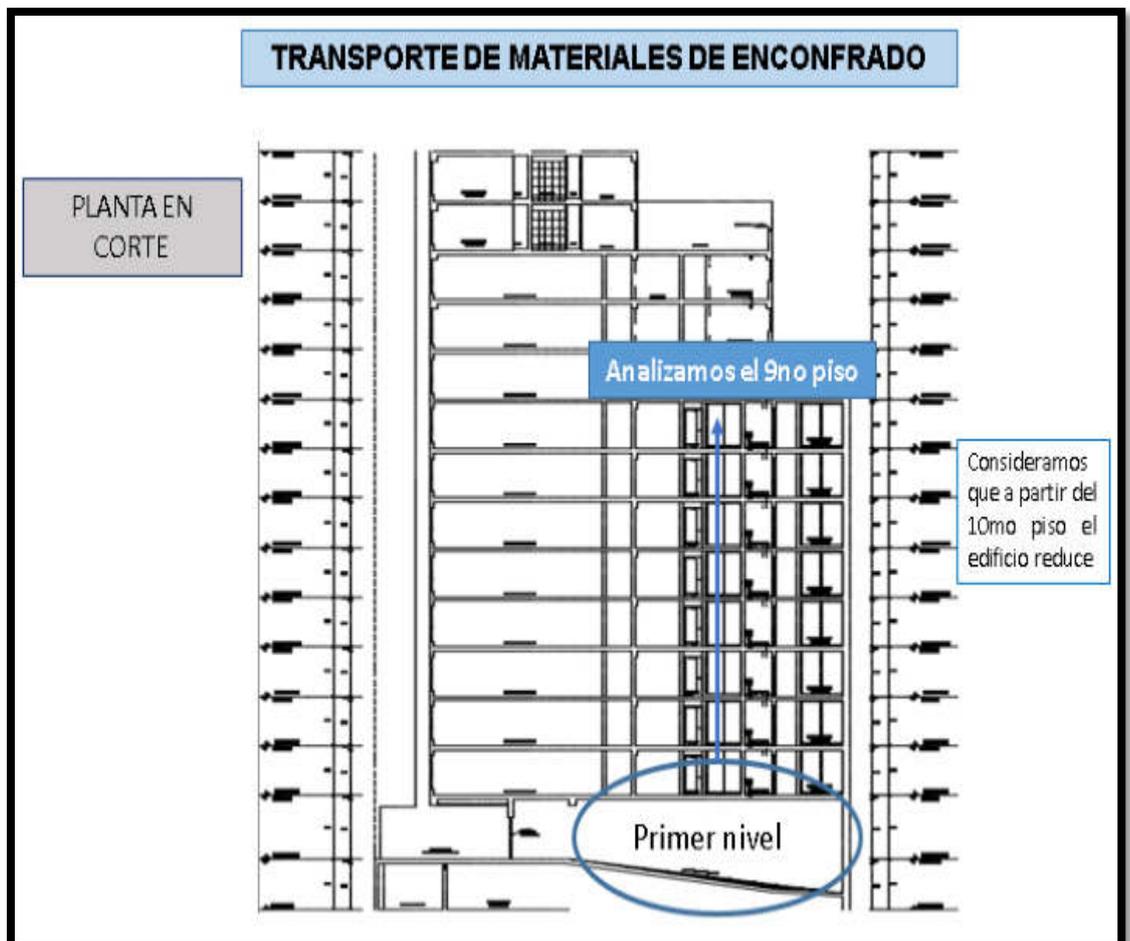


Figura 34. Diagrama en corte de transporte de encofrado

Elaboración: el autor.

Para la ejecución del segundo movimiento se realizó el transporte hasta los pisos 8 y 9 para los sectores 1 y 2 de paneles.

CALCULO DEL TIEMPO PRIMER MOVIMIENTO DE LA TORRE GRUA			
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO
1.00	MATERIALES DE ENCOFRADO		
1.01	CANTIDAD DE OPERARIOS	UNID	2.00
1.02	CANTIDAD DE PANELES POR VIAJE	UNID	8.00
1.03	CANTIDAD DE PANELES	UNID	80.00
1.04	RECORRIDO DE LA GRUA POR VIAJE	SEG	390.00
ACTIVIDAD REALIZADA		SEG	3900.00
		HRS	1.21 min

Cuadro 34. Movimiento de la torre grúa

Elaboración: el autor.

### 5.2.5.3 Elaboración de mejoras para la primera etapa de mediciones

Este análisis te permite organizar puntos de acopio más cercanos y realizar un control mejorado del personal.

TRASLADO DE MATERIAL: Se realizó una reubicación del centro de acopio y el movimiento de la torre grúa se realizó una hora antes del término de cada jornada, esto conlleva a realizar una programación de la torre grúa, con previa coordinación con el ingeniero de campo y contratista de encofrado.

VIAJE: Se realizó el alquiler de un baño químico disal en obra y se colocó en el mismo nivel de piso a trabajar y respecto al agua para consumo humano se colocó cada dos pisos en el vestíbulo bidones de agua ambas medidas para evitar el viaje inapropiado hasta el piso uno.

TIEMPO OCIOSO: Después de definir los movimientos horizontales y verticales del traslado de material se realizara un diagrama de planta y definir los lugares con un acopio cerca que nos permita realizar una mayor productividad

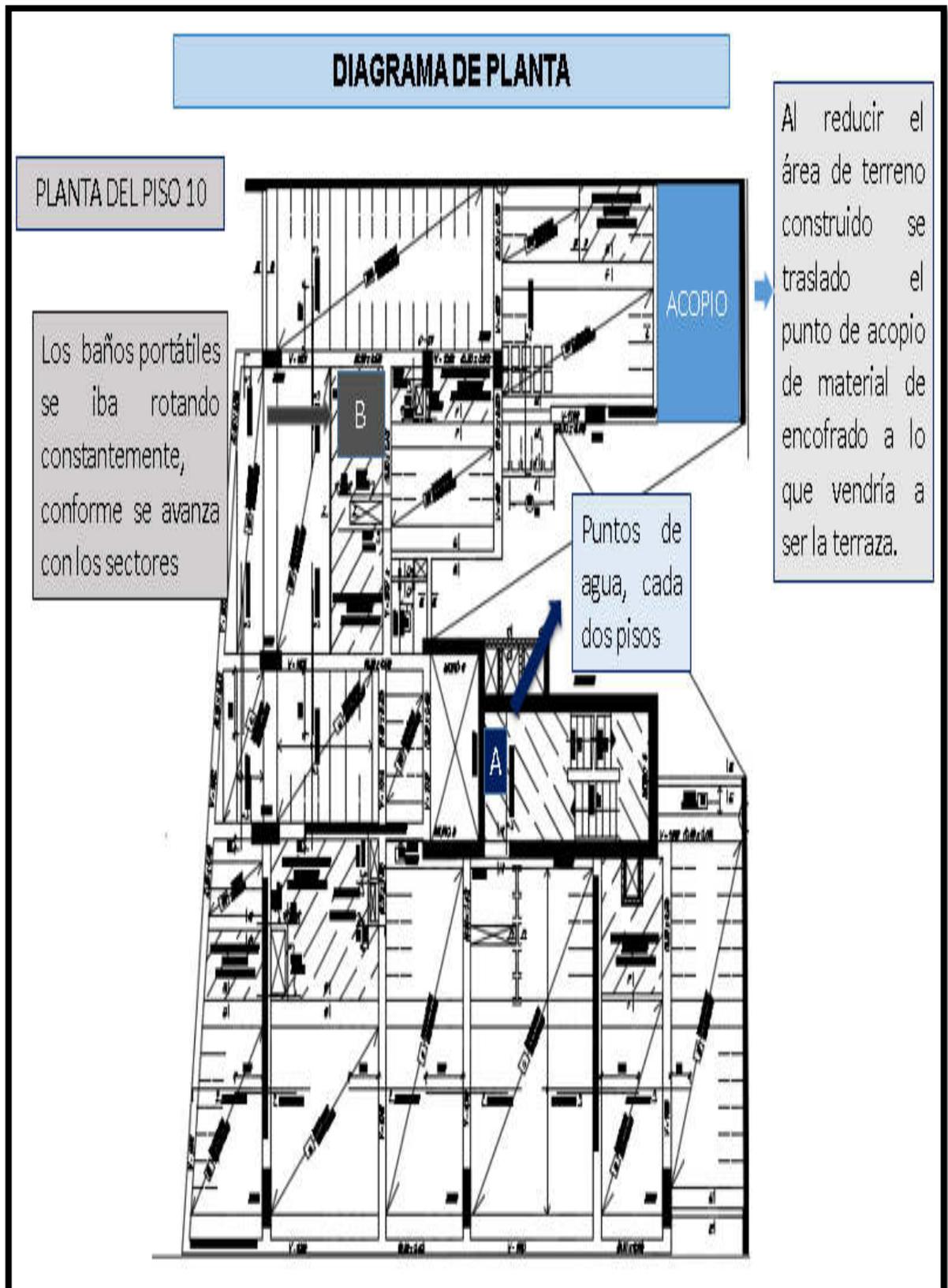


Figura 35. Diagrama en planta del piso 10.

Elaboración: el autor.

Medicacion	Operario. Cristian Carrasco ( a )	Ayudante. Henry Calderon	Operario. Gennner Lira (b)	Ayudante. Esteban Ortiz	Operario. Juan Cisneros ( c )	Ayudante. Edwin Ochoa	Operario. Edwar Yumbatto ( d )	Ayudante. Carlos Sanchez	Operario. Juan Torres ( e )	Ayudante. Jerry Tanaca	Operario. Victor Herencia ( f )	Ayudante. Manuel Perez	Operario. Gabriel Hurtado ( g )	Ayudante. Nelson Cruz
1	CPM	T	CPM	T	CPM	T	CPM	T	CPM	T	CPM	T	CPM	T
2	CPM	T	CPM	T	CPM	T	CPM	T	CPM	T	CPM	T	CPM	T
3	CPM	T	CPM	T	CPM	N	CPM	LE	CPM	CPM	CPM	T	CPM	CPM
4	CPM	T	CD	CPM	VIAJE	N	CPM	LE	CPM	T	CPM	T	CPM	CPM
5	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	LE	CPM	T	CPM	CPM	CPM	CPM
6	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	VIAJE	CPM	CPM	CPM	T
7	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	T
8	CPM	CPM	LE	CPM	CPM	LE	CPM	CPM	CPM	CPM	CPM	LE	CPM	N
9	E	LE	LE	CPM	CPM	LE	CPM	LE	CPM	CPM	CPM	LE	CPM	CD
10	E	LE	CPM	CPM	CPM	LE	CPM	LE	LE	N	CPM	LE	CPM	CD
11	CPM	LE	CPM	CPM	LE	CD	CPM	CD	LE	N	LE	CD	CPM	CD
12	CAM	LE	CPM	LE	LE	CD	CPM	CD	CD	LE	LE	CD	CPM	CPM
13	LE	LE	I	LE	LE	CD	VIAJE	ALIN	CPM	LE	LE	ALIN	CD	CPM
14	LE	CD	VIAJE	CD	CPM	I	CD	ALIN	CPM	LE	CD	ALIN	VIAJE	CPM
15	CAM	CD	VIAJE	CD	CPM	I	CAM	ALIN	CPM	CD	CD	ALIN	CD	CD
16	CAM	CD	CAM	CAM	CPM	CAM	CAM	ALIN	CPM	CD	VIAJE	ALIN	CD	I
17	LE	CD	CAM	CAM	CPM	CD	CAM	ALIN	CPM	CD	CD	ACC	CD	I
18	CD	CAM	CAM	CAM	CD	CD	CAM	ALIN	N	ALIN	CD	ACC	CD	ACC
19	CPM	CAM	ACC	CAM	VIAJE	CD	CAM	ALIN	CAM	ALIN	CAM	ACC	CAM	ACC
20	CPM	CAM	N	CAM	X	CD	LE	ALIN	CAM	ALIN	CAM	ACC	CAM	CPM
21	CPM	T	CAM	CAM	X	ALIN	LE	ALIN	CAM	ALIN	CAM	ACC	CAM	CPM
22	E	X	CAM	CAM	X	ALIN	CAM	ALIN	CAM	ALIN	CAM	ACC	CAM	CPM
23	ALIN	X	CAM	CAM	CAM	ALIN	CAM	ALIN	CAM	ALIN	CAM	CD	CAM	ACC
24	ALIN	X	CPM	CAM	CAM	ALIN	CAM	ACC	CAM	ALIN	CAM	CD	CAM	ACC
25	ALIN	X	CAM	CAM	CAM	ALIN	CAM	ACC	CAM	ALIN	N	CD	T	ACC
26	ALIN	X	CAM	CAM	CAM	ALIN	CAM	ACC	CAM	ACC	CAM	CD	X	CPM
27	ALIN	X	CAM	CAM	CAM	CPM	ACC	ACC	CAM	ACC	ACC	N	X	CPM
28	ALIN	CAM	ACC	N	CAM	CPM	CPM	ACC	CAM	ACC	ACC	X	CAM	CPM
29	ALIN	T	ACC	N	CAM	ACC	CPM	ACC	CAM	ACC	ACC	X	CAM	CAM
30	ALIN	QPM	ACC	VIAJE	ACC	ACC	CPM	ALIN	ACC	ACC	CPM	QPM	CAM	CAM
31	ALIN	QPM	E	CD	CAM	ACC	CPM	ALIN	CAM	N	CPM	QPM	CAM	CAM
32	VIAJE	QPM	ACC	CD	CAM	ACC	CPM	ALIN	CAM	CD	CPM	QPM	CAM	CAM
33	VIAJE	N	ACC	CD	CAM	ACC	CPM	ALIN	T	CD	CPM	X	CAM	CAM
34	RA	QPM	VIAJE	CD	CAM	ACC	CPM	ALIN	ACC	VIAJE	CPM	X	CAM	CAM
35	RA	X	ACC	CD	CAM	ACC	CPM	ALIN	ACC	VIAJE	CPM	BOL	CAM	CAM
36	T	X	ALIN	N	CAM	CD	N	CD	E	E	CPM	BOL	CAM	ACC
37	ALIN	X	ALIN	X	CAM	CD	ALIN	CD	VIAJE	X	CPM	BOL	CAM	ACC
38	ALIN	X	ALIN	X	CAM	CD	ALIN	CD	VIAJE	X	CPM	QPM	ACC	ACC
39	ALIN	X	ALIN	X	CAM	CD	ALIN	VIAJE	CPM	QPM	I	QPM	ACC	ACC
40	ALIN	X	ALIN	QPM	ALIN	VIAJE	ALIN	VIAJE	CPM	QPM	I	QPM	CPM	ACC
41	ALIN	X	ALIN	QPM	ALIN	VIAJE	ALIN	E	CPM	QPM	RA	T	CPM	ACC
42	ALIN	VIAJE	ALIN	QPM	ALIN	E	ALIN	X	ALIN	X	RA	E	CPM	BOL
43	E	E	ALIN	X	ALIN	E	ALIN	X	ALIN	X	RA	E	CPM	BOL
44	ALIN	E	N	X	ALIN	X	ALIN	QPM	ALIN	X	T	VIAJE	CPM	BOL
45	BOL	X	N	X	RA	X	ALIN	QPM	ALIN	X	ALIN	BOL	CPM	BOL
46	BOL	QPM	ALIN	E	RA	QPM	RA	QPM	ALIN	E	ALIN	BOL	RA	BOL

Medicion	Operario, Cristian Carrasco ( a )	Ayudante, Henry Calderon	Operario, Gennner Lira ( b )	Ayudante, Esteban Ortiz	Operario, Juan Cianeros ( c )	Ayudante, Edwin Ochoa	Operario, Edwar Yumbatto ( d )	Ayudante, Carlos Sanchez	Operario, Juan Torres ( e )	Ayudante, Jerry Tanaca	Operario, Victor Herencia ( f )	Ayudante, Manuel Perez	Operario, Gabriel Hurtado ( g )	Ayudante, Nelson Cruz
47	BOL	QPM	ALIN	VIAJE	RA	QPM	RA	X	ALIN	X	ALIN	BOL	RA	BOL
48	BOL	QPM	ALIN	VIAJE	RA	QPM	RA	X	T	X	ALIN	BOL	T	N
49	N	QPM	N	QPM	RA	X	T	X	T	X	ALIN	E	E	N
50	BOL	QPM	BOL	QPM	RA	X	T	X	T	X	ALIN	VIAJE	RA	N
51	BOL	T	BOL	QPM	BOL	E	T	E	BOL	N	ALIN	VIAJE	RA	BOL
52	BOL	BOL	BOL	X	BOL	VIAJE	BOL	X	BOL	T	ALIN	RIE	VIAJE	BOL
53	BOL	BOL	BOL	X	BOL	VIAJE	BOL	X	BOL	QPM	ALIN	RIE	BOL	BOL
54	BOL	BOL	BOL	QPM	BOL	T	BOL	QPM	BOL	QPM	ALIN	RIE	BOL	BOL
55	BOL	T	BOL	X	BOL	T	BOL	QPM	BOL	T	T	RIE	BOL	BOL
56	T	T	BOL	QPM	BOL	QPM	BOL	T	BOL	E	T	RIE	BOL	BOL
57	T	QPM	QPM	X	BOL	QPM	BOL	T	BOL	E	T	RIE	BOL	BOL
58	BOL	QPM	QPM	T	BOL	QPM	BOL	QPM	BOL	VIAJE	T	RIE	BOL	BOL
59	BOL	BOL	VIAJE	T	BOL	QPM	BOL	QPM	BOL	BOL	VIAJE	E	BOL	VIAJE
60	BOL	BOL	VIAJE	T	BOL	QPM	BOL	T	BOL	BOL	BOL	E	BOL	VIAJE
61	E	BOL	BOL	QPM	T	QPM	BOL	T	BOL	BOL	BOL	VIAJE	BOL	VIAJE
62	I	BOL	N	QPM	T	BOL	BOL	E	BOL	BOL	BOL	VIAJE	BOL	VIAJE
63	T	BOL	RIE	QPM	QPM	BOL	T	VIAJE	BOL	BOL	BOL	ACC	BOL	RIE
64	T	BOL	RIE	T	QPM	BOL	T	BOL	VIAJE	BOL	BOL	ACC	T	RIE
65	RIE	BOL	RIE	E	RIE	BOL	T	BOL	BOL	VIAJE	BOL	ACC	T	RIE
66	RIE	BOL	RIE	E	RIE	QPM	T	BOL	T	RIE	BOL	QPM	QPM	RIE
67	RIE	E	RIE	VIAJE	RIE	QPM	T	BOL	T	RIE	BOL	QPM	QPM	N
68	RIE	X	RIE	VIAJE	RIE	QPM	T	E	RIE	RIE	BOL	QPM	QPM	RIE
69	RIE	X	RIE	BOL	RIE	E	RIE	VIAJE	RIE	RIE	BOL	X	RIE	RIE
70	RIE	X	T	BOL	RIE	VIAJE	B	VIAJE	RIE	RIE	BOL	X	RIE	RIE
71	RIE	X	T	BOL	RIE	VIAJE	N	ACC	RIE	RIE	T	X	RIE	RIE
72	RIE	QPM	E	BOL	VIAJE	ACC	RIE	ACC	RIE	RIE	T	VIAJE	RIE	RIE
73	RIE	QPM	E	BOL	VIAJE	ACC	RIE	N	RIE	RIE	RIE	ACC	RIE	RIE
74	RIE	QPM	QPM	BOL	QPM	ACC	RIE	N	RIE	RIE	RIE	ACC	VIAJE	RIE
75	RIE	QPM	N	BOL	QPM	QPM	RIE	N	RIE	RIE	RIE	ACC	VIAJE	RIE
76	E	QPM	RIE	BOL	RIE	QPM	RIE	QPM	RIE	RIE	RIE	ACC	RIE	RIE
77	VIAJE	QPM	RIE	BOL	RIE	QPM	RIE	T	RIE	RIE	RIE	E	RIE	ACC
78	RIE	QPM	RIE	BOL	RIE	T	N	QPM	RIE	E	RIE	ACC	RIE	ACC
79	RIE	QPM	RIE	BOL	RIE	T	RIE	QPM	RIE	E	RIE	VIAJE	RIE	ACC
80	RIE	QPM	RIE	BOL	RIE	T	RIE	QPM	RIE	VIAJE	RIE	VIAJE	RIE	QPM
81	E	T	RIE	BOL	RIE	T	RIE	QPM	B	VIAJE	RIE	ACC	RIE	QPM
82	QPM	T	RIE	E	RIE	T	RIE	QPM	N	ACC	RIE	ACC	RIE	QPM
83	QPM	T	RIE	E	QPM	T	T	VIAJE	T	ACC	RIE	T	RIE	X
84	QPM	T	RIE	VIAJE	QPM	E	PUNT	ACC	T	ACC	RIE	T	RIE	X
85	QPM	E	RIE	VIAJE	QPM	ACC	PUNT	ACC	T	QPM	RIE	T	RIE	X
86	E	X	RIE	ACC	N	ACC	PUNT	ACC	T	QPM	RIE	T	RIE	VIAJE
87	T	X	E	ACC	N	ACC	PUNT	QPM	PUNT	QPM	T	PUNT	E	N
88	T	VIAJE	E	ACC	N	ACC	PUNT	QPM	PUNT	X	T	PUNT	PUNT	N
89	VIAJE	VIAJE	T	QPM	PUNT	ACC	PUNT	QPM	PUNT	X	E	I	PUNT	N
90	QPM	E	T	QPM	PUNT	ACC	E	X	PUNT	X	VIAJE	I	PUNT	N

Medicion	Operario. Cristian Carrasco ( a )	Ayudante. Henry Calderon	Operario. Gennner Lira ( b )	Ayudante. Esteban Ortiz	Operario. Juan Cisneros ( c )	Ayudante. Edwin Ochoa	Operario. Edwar Yumbatto ( d )	Ayudante. Carlos Sanchez	Operario. Juan Torres ( e )	Ayudante. Jerry Tanaca	Operario. Victor Herencia ( f )	Ayudante. Manuel Perez	Operario. Gabriel Hurtado ( g )	Ayudante. Nelson Cruz
91	QPM	E	VIAJE	QPM	PUNT	QPM	VIAJE	X	PUNT	VIAJE	PUNT	N	PUNT	ACC
92	QPM	VIAJE	PUNT	X	PUNT	QPM	VIAJE	X	PUNT	ACC	PUNT	N	T	ACC
93	QPM	E	PUNT	X	PUNT	QPM	PUNT	VIAJE	PUNT	ACC	PUNT	N	T	T
94	PUNT	X	QPM	X	PUNT	X	PUNT	ACC	PUNT	ACC	PUNT	N	PUNT	T
95	PUNT	X	QPM	PUNT	PUNT	X	PUNT	ACC	PUNT	ACC	PUNT	PUNT	PUNT	T
96	PUNT	X	PUNT	PUNT	E	X	PUNT	ACC	PUNT	E	PUNT	PUNT	PUNT	T
97	PUNT	X	PUNT	PUNT	PUNT	VIAJE	PUNT	ACC	T	ACC	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT
98	VIAJE	QPM	PUNT	PUNT	PUNT	ACC	PUNT	E	PUNT	VIAJE	T	PUNT	VIAJE	VIAJE
99	PUNT	QPM	PUNT	PUNT	PUNT	ACC	PUNT	ACC	PUNT	VIAJE	PUNT	PUNT	PUNT	ACC
100	PUNT	QPM	PUNT	PUNT	PUNT	ACC	PUNT	VIAJE	PUNT	ACC	PUNT	PUNT	PUNT	ACC
101	PUNT	QPM	T	PUNT	PUNT	ACC	PUNT	VIAJE	PUNT	ACC	PUNT	PUNT	PUNT	T
102	PUNT	E	PUNT	ACC	PUNT	E	PUNT	ACC	PUNT	T	PUNT	T	PUNT	T
103	VIAJE	PUNT	PUNT	VIAJE	PUNT	ACC	PUNT	ACC	PUNT	T	PUNT	T	PUNT	T
104	PUNT	PUNT	PUNT	VIAJE	PUNT	VIAJE	PUNT	PUNT	PUNT	T	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT
105	PUNT	PUNT	PUNT	ACC	PUNT	VIAJE	PUNT	PUNT	PUNT	T	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT
106	PUNT	PUNT	PUNT	ACC	PUNT	ACC	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT
107	PUNT	PUNT	PUNT	ACC	PUNT	ACC	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT	PUNT

Figura 36. Carta de balance mejorada.

Fuente: Elaboración propia

Se obtienen los porcentajes de los tiempos productivos, tiempos contributorio y tiempos no contributorios de la carta balance mejorado.

Tipo	Leyenda	Descripción de actividad	Total	Inc. Total	Inc. por trabajo	%
TP	CPM	colocar planchas en muros	148	9.88%	19.50%	50.67%
	CAM	colocar accesorios en muros	98	6.54%	12.91%	
	ALIN	colocar alineadores	92	6.14%	12.12%	
	BOL	Colocar bolillos en muros	136	9.08%	17.92%	
	RIE	Colocar rieles en muros	132	8.81%	17.39%	
	PUNT	colocar puntales	153	10.21%	20.16%	
TC	ACC	retiro de accesorios en muros	114	7.61%	20.61%	36.92%
	I	recibir/dar instrucciones	10	0.67%	1.81%	
	RA	retiro de alineador	18	1.20%	3.25%	
	T	transporte de material	120	8.01%	21.70%	
	QPM	retiro de plancha en muros	116	7.74%	20.98%	
	X	búsqueda de accesorios	83	5.54%	15.01%	
	CD	Aplicación de desmoldante	56	3.74%	10.13%	
	LE	Limpieza de encofrado	36	2.40%	6.51%	
TNC	VIAJE	viaje improductivo	85	5.67%	45.70%	12.42%
	E	esperas	56	3.74%	30.11%	
	R	trabajo rehecho	2	0.13%	1.08%	
	N	tiempo ocioso	43	2.87%	23.12%	
TOTAL :			1498	100.00%		100.00%

Cuadro 35. Datos obtenidos de la segunda muestra en la carta de balance.

Elaboración: el autor.



Gráfico 31. Porcentaje de los tipos de trabajo mejorado.

Elaboración: el autor.

## Trabajo productivo

Leyenda	Descripción de actividad	Incid. por trabajo	%
CPM	colocar planchas en muros	19.50%	50.67%
CAM	colocar accesorios en muros	12.91%	
ALIN	colocar alineadores	12.12%	
BOL	colocar bolillos en muro	17.92%	
RIE	colocar rieles en muros	17.39%	
PUNT	colocar puntales	20.16%	

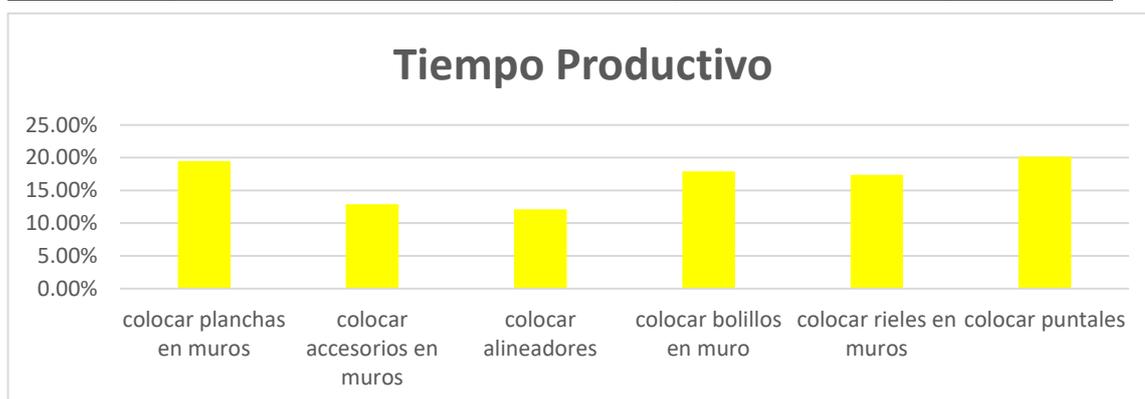


Gráfico 32. Tiempo Productivo segunda muestra.

Elaboración: el autor.

## Trabajo contributorio

Leyenda	Descripción de actividad	Incid. por trabajo	%
ACC	retiro de accesorios en muros	20.61%	36.92%
I	recibir/dar instrucciones	1.81%	
RA	retiro de alineador	3.25%	
T	transporte de material	21.70%	
QPM	retiro de plancha en muros	20.98%	
X	búsqueda de accesorios	15.01%	
CD	Aplicación de desmoldante	10.13%	
LE	Limpieza de encofrado	6.51%	

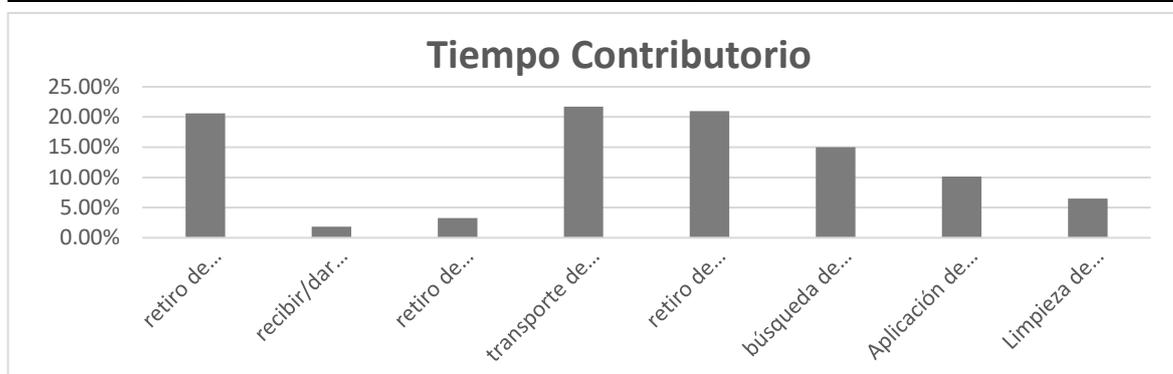


Gráfico 33. Tiempo contributorio segunda muestra.

Elaboración: el autor.

## Trabajo No Contributorio

Leyenda	Descripción de actividad	Incid. por trabajo	%
VIAJE	viaje improductivo	45.70%	12.42%
E	esperas	30.11%	
R	trabajo rehecho	1.08%	
N	tiempo ocioso	23.12%	

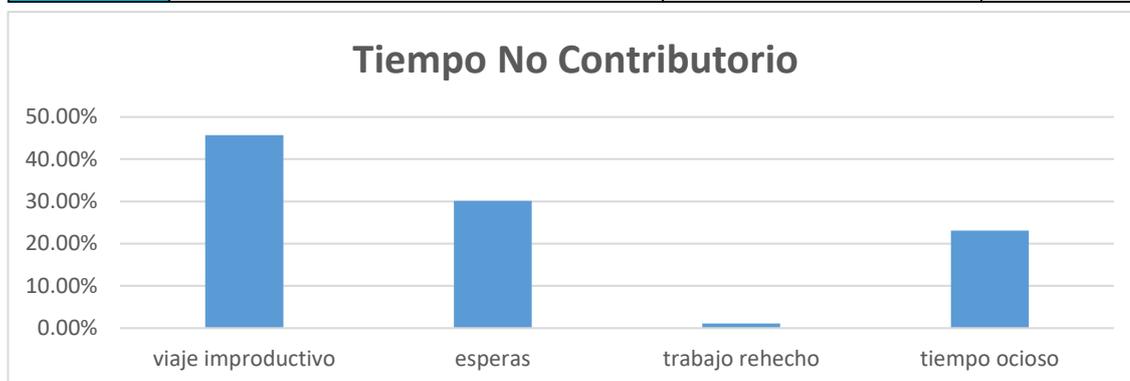


Gráfico 4. Tiempo no contributorio segunda muestra.

Elaboración: el autor.

## Resultados obtenidos

Al realizar la primera muestra se propuso soluciones para mejorar la productividad y que se aplicaron y se obtuvo los siguientes porcentajes.

ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD			
ITEM	TIEMPO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
1.00	TIEMPO PRODUCTIVO	32.98%	50.67%
2.00	TIEMPO CONTRIBUTORIO	38.79%	36.92%
3.00	TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	28.24%	12.42%

Cuadro 36. Análisis de productividad.

Elaboración: el autor.

## Análisis cuantitativo al aplicar la carta balance

Se puede obtener el tiempo productivo un aumento de 32.98% a 50.67%.

Resta para obtener la productividad:

$$50.67\% - 32.98\% = 17.69\% \text{ (productividad).}$$

Presupuesto de encofrado

PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS						
PROYECTO:	EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LIBERTY"					
UBICACIÓN:	AV MANUEL CIPRIANO DULANTO 1710					
PROPIETARIO:	PROYECTO Y CONSTRUCCIONES LUGANO SAC					
REVISADO:	ING HUMBERTO RAMIREZ					
FECHA:	20-Oct-17					
ITEM	ESPECIFICACIONES	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL	TOTAL
03.02.00.00	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO - EDIFICIO</b>					
03.02.01.00	<b>MUROS Y PLACAS (EDIFICIO)</b>					
03.02.01.01	Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> (SUMINISTRO) (slump 4" - 6") (Piedra #67)	m3	3,056.55	S/. 260.78	S/. 797,087.11	
03.02.01.02	Concreto 525 kg/cm <sup>2</sup> (SUMINISTRO) (slump 6" - 8") (Piedra #57)	m3	53.05	S/. 513.30	S/. 27,230.57	
03.02.01.03	Concreto 525 y 210 kg/cm <sup>2</sup> (BOMBA) (slump 4" - 6", 6" - 8") (Piedra #67 y 57)	m3	3,109.60	S/. 40.12		
03.02.01.04	Concreto 525 y 210 kg/cm <sup>2</sup> (COLOCACION) (slump 4" - 6", 6" - 8") (Piedra #57)	m3	3,109.60	S/. 16.51	S/. 51,348.38	
03.02.01.05	Encofrado y Desencofrado Metálico	m2	36,629.39	S/. 29.50	S/. 1,080,567.01	
03.02.01.06	Acero (SUMINISTRO)	kg	333,568.14	S/. 2.29	S/. 765,493.52	
03.02.01.07	Acero (MANO DE OBRA)	kg	333,568.14	S/. 0.92	S/. 307,016.12	S/. 3,028,742.68

Figura 37. Presupuesto de Estructuras

Fuente: Lugano

Encofrado y desencofrado total: 36,629.39 m<sup>2</sup>

Ratio promedio: 0.43 hh/m<sup>2</sup>.

Costo de la mejora: (% de productividad) x Metrado total x Ratio x Precio  
hh

$$(17.69\%) \times 36,629.39 \times 0.43 \times 18 = S/. 50,152.65$$

Realizaremos una regla de tres simples para saber el porcentaje ganado en presupuesto

$$\frac{50,152.65 \times 100}{1080567.1}$$

$$x = 4.64 \% \quad \text{Del PPTO.}$$

### 5.3 Diagrama de flujo para la semana 26

Se realizó el diagrama de flujo en el sector 2 la figura 40 con la siguiente cuadrilla. (2 operarios + 2 ayudantes). Se controló el inicio y el fin desde la colocación de puntos hasta el chequeo de nivelación.

El área de trabajo hasta el 104.58 m<sup>2</sup> se monitoreo desde las 13:00 pm hasta las 17:00 pm

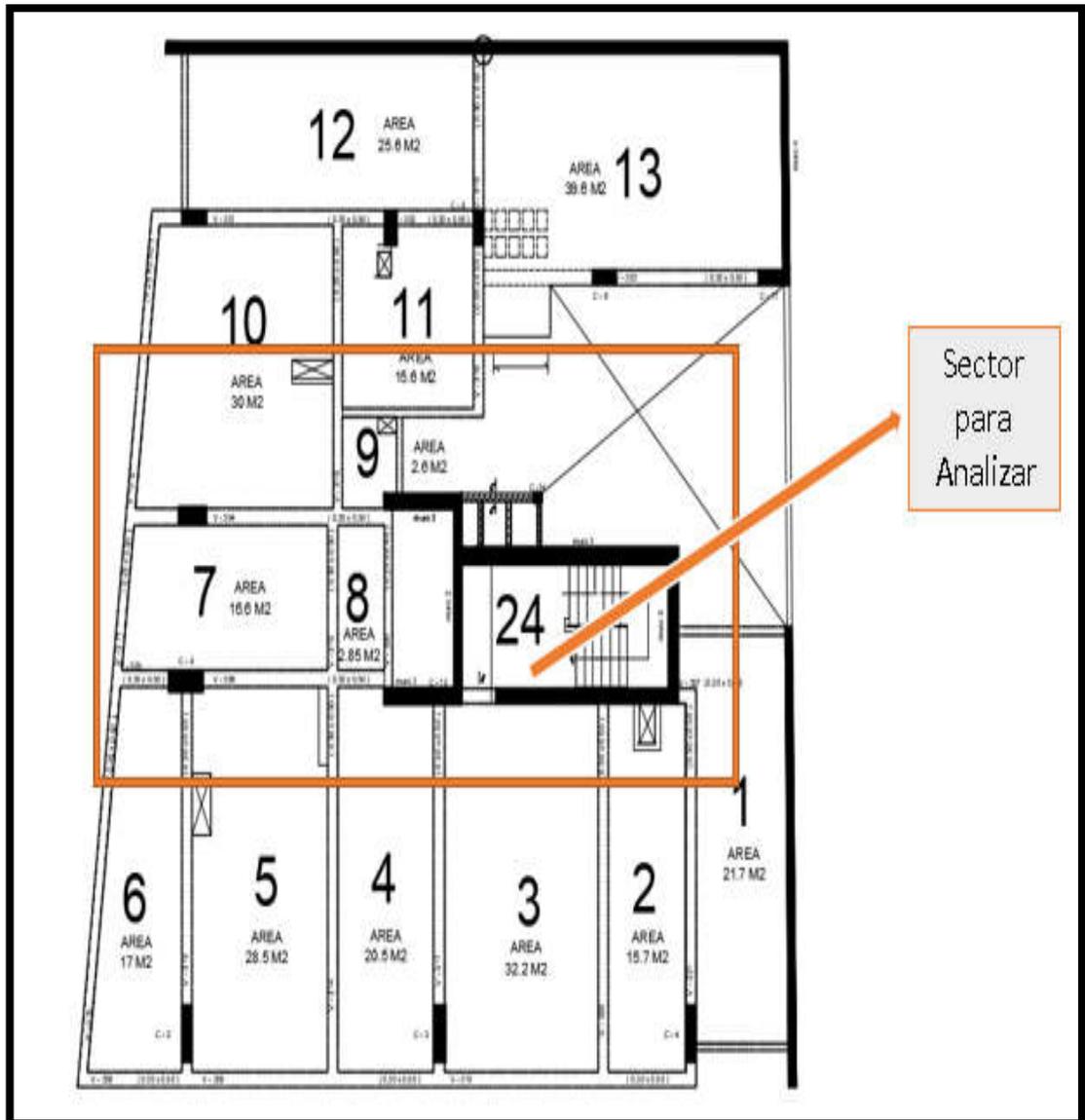


Figura 38. Sector a analizar en acabado pulido de piso.

Elaboración: el autor.

## DIAGRAMA DE FLUJO DEL EDIFICIO "LIBERTY"

ACTIVIDAD : ACABADO DE PISO PULIDO  
 PAÑO A ANALIZAR : SECTOR 2  
 EVALUADO : DERIAN LLERENA VILLACREZ  
 CUADRILLA : 3 OPERARIO + 2 AYUDANTE  
 AREA DE ACABADO DE PISO : 104.58 M2

Operación		243
Transporte		0
Inspección		35
Demoras		105
Almacenamiento		45
<b>Minutos</b>		<b>428</b>

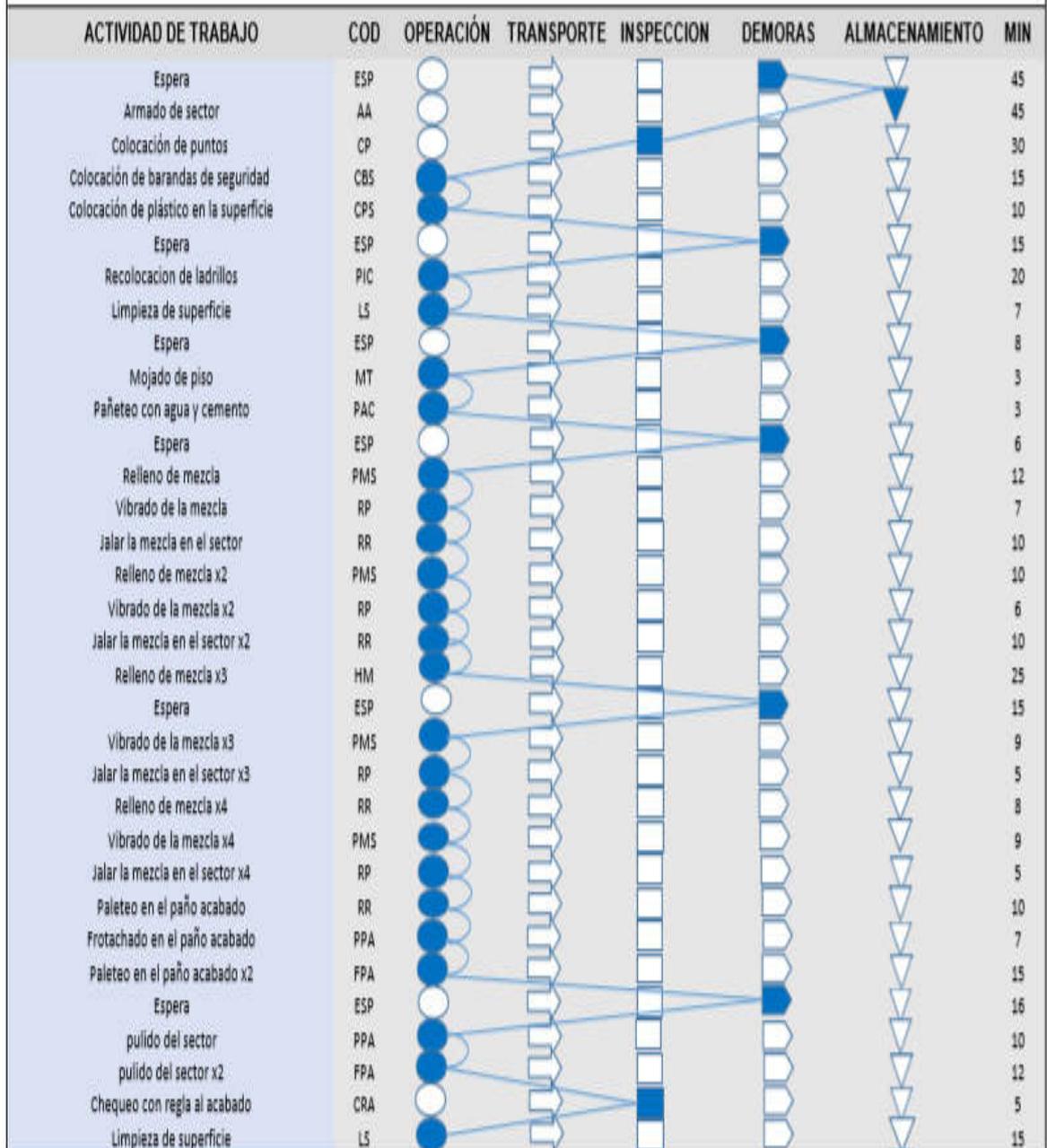


Figura 39. Diagrama de flujo

Elaboración: el autor.

Los resultados obtenidos en el siguiente análisis del diagrama de flujo en porcentajes:

ANALISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO			
ITEM	ACTIVIDAD	MIN	PORCENTAJE
1.01	Operación	243	57%
1.02	Transporte	0	0%
1.03	Inspección	35	8%
1.04	Demoras	105	25%
1.05	Almacenamiento	45	11%
		428	

Cuadro 37. Análisis de diagrama de flujo primera muestra.

Elaboración: el autor.

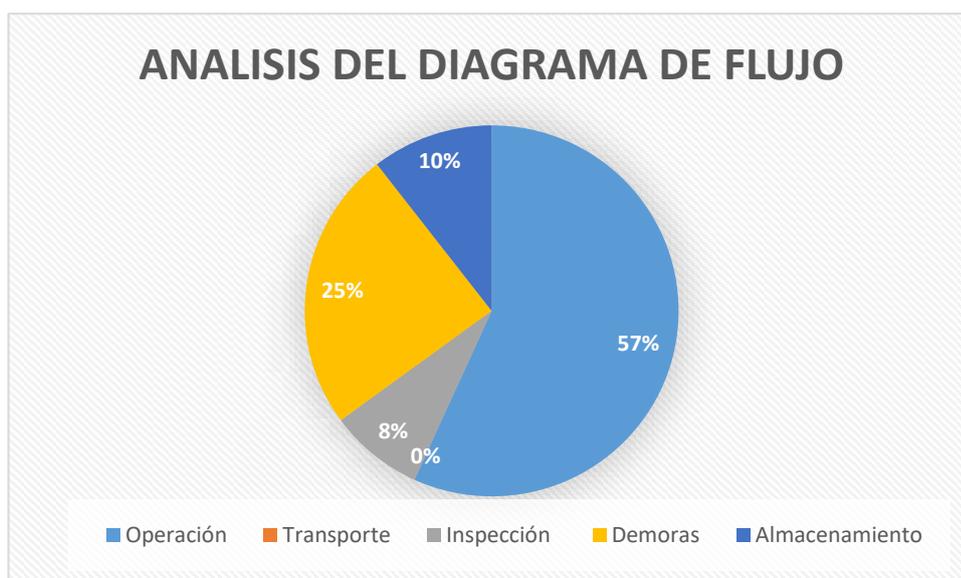


Gráfico 32. Análisis de actividades del diagrama de flujo primera muestra.

Elaboración: el autor.

El cuadro representa en operación un 57% en demoras un 25 % es un porcentaje de alto índice de inproductividad causa que la entrega obtenga un retraso, se buscara solución con un dimensionamiento de un diagrama de planta para observar la colocación de la cuadrilla que se estima en los sectores.

### 5.3.1 Diagrama de planta

Se verificó la mejor distribución del avance diario de cada sector y se colocara una cuadrilla estimada

Se realizó una estimación de cada operario con su metrado en este caso fueron 3 operarios de los cuales son 3 sectores realizando 1 sector por día teniendo 7 horas para realizar la actividad y dejar libre el sector.

Las actividades en campo se observaron y se realizó un análisis de restricciones para obtener las mejoras correspondientes.

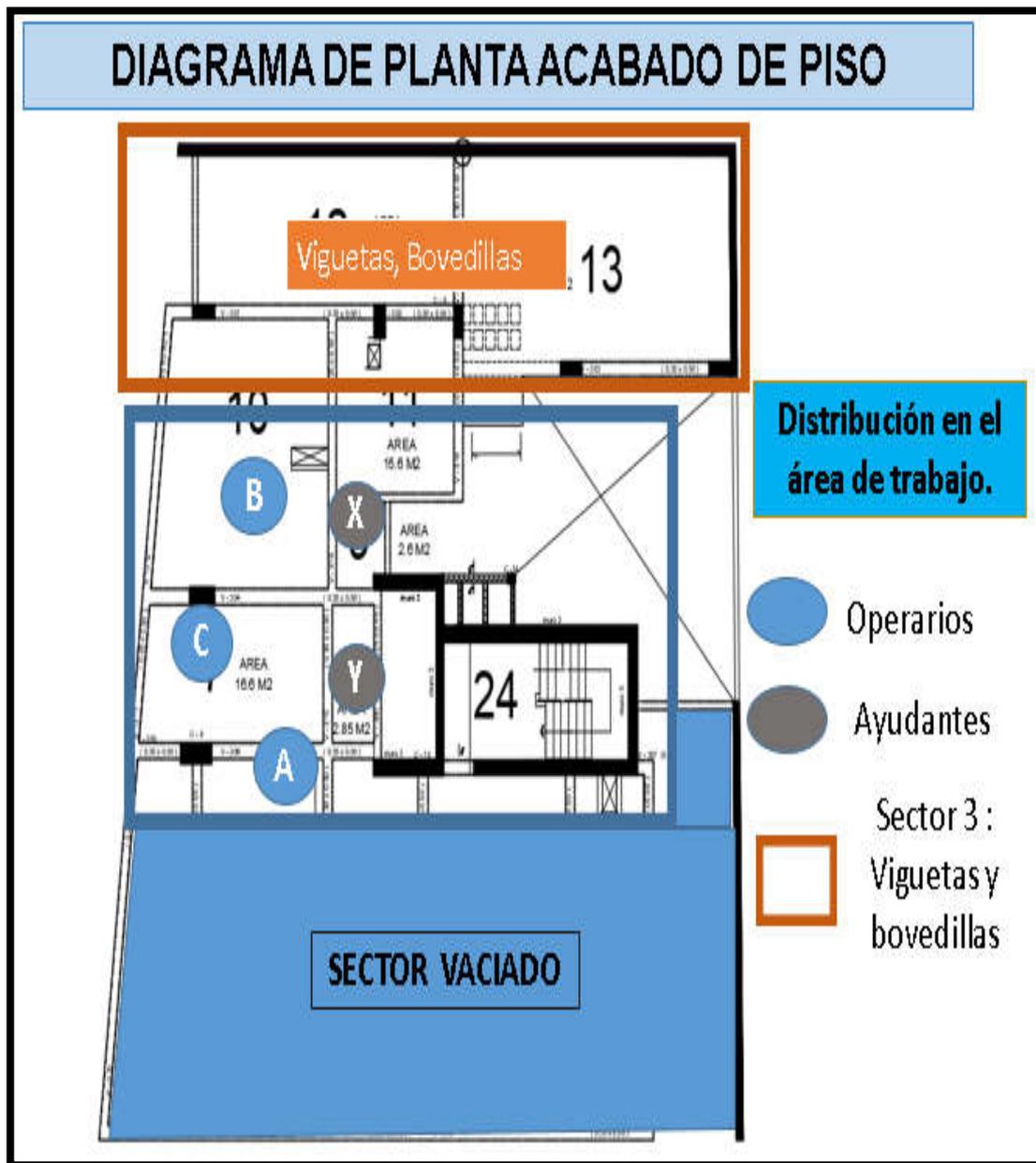


Figura 40. Diagrama de planta de cielo raso.

Elaboración: el autor.

### 5.3.2 Análisis de Restricciones

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES												
PROYECTO:	EDIFICIO "LIBERTY"											
SEMANA:		27				SEMANA 27						
						L	M	M	J	V	S	D
ITEM	De donde sale	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	21/01/18	22/01/18	23/01/18	24/01/18	25/01/18	26/01/18	27/01/18
<b>N° TOTAL DE RESTRICCIONES</b>						<b>20</b>						
<b>% DE RESTRICCIONES POR SEMANA</b>												
<b>01.00</b>	<b>CASCO</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>										
<b>01.01</b>	ESTRUCTURAS	CONCRETO -SUMINISTRO	MANDAR CORREO A UNICON VACIADO	<b>Un día antes del vaciado</b>	ING STEVE TELLO/RAFAEL LEON	x	x	x	x	x	x	
<b>01.02</b>	ESTRUCTURAS	VIGUETAS Y BOVEDILLAS	COORDINACION HECTOR PRODACCHEQUEO PROGRAMACION	<b>Un día despues del vaciado</b>	ING DERIAN LLERENA	x		x		x		
<b>01.03</b>	ESTRUCTURAS	AGUA -SUMINISTRO	REALIZAR EL IZAJE DE LOS BIDONES DE AGUA	<b>Horas antes del vaciado</b>	ING DERIAN LLERENA		x	x	x			
<b>01.04</b>	ESTRUCTURAS	MATERIAL EN CAMPO	CREAR UN PUNTO DE ACOPIO DE MATERIALES PRE VACIADO	<b>Despues del vaciado</b>	ING DERIAN LLERENA		x	x	x			
<b>01.05</b>	ESTRUCTURAS	COORDINACION - CAPATAZ	COORDINACION CON EL CAPATAZ DE ALBAÑILERIA PARA EL METRADO	<b>Horas antes del vaciado</b>	ING DERIAN LLERENA		x	x	x			
<b>01.06</b>	ESTRUCTURAS	CONCRETO - MATERIAL	COMPRAR GASOLINA PARA LA VIBRADORA	<b>Una vez por semana</b>	ING DERIAN / CAPATAZ HUAMAN	x						
<b>01.07</b>	ESTRUCTURAS	CONCRETO - MATERIAL	COMPRA DE EPP DE USO PARA VACIADO	<b>Una vez al mes</b>	ING DERIAN / CAPATAZ HUAMAN	x						

Figura 41. Análisis de restricciones.

Elaboración: el autor.

### 5.3.3 Elaboración de mejoras para la primera medición

Obteniendo los porcentajes junto a los trabajos identificados que generan improductividad en la partida se optó por realizar un análisis de restricciones para poder adelantarse a los trabajos previos, sabemos que las actividades de demoras está con un promedio alto que genera que los operarios no se dediquen a producir desde el inicio de la jornada sin tener el campo libre.

Se aplicó una programación de torre grúa para ordenar la subida de material y tener un orden de cada partida. Usualmente una hora antes al finalizar la jornada.

PROGRAMACION DE TORRE GRUA		
MATERIAL	FRECUENCIA	HORARIO
MATERIAL	Todos los días	08:00 a 09:00
LADRILLO	2 veces por semana	09:00 a 11:00
CONCRETO	Todos los días	11:00 a 16:00
PEGAMENTO	3 veces por semana	9:30 a 12:00
DESMONTE	Todos los días	16:00 a 17:00
CEMENTO	Todos los días	16:00 a 17:00
ARENA	Todos los días	16:00 a 17:00

Cuadro 38. Programación de la torre grúa.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la colocación de un punto de agua por piso excluyendo esa actividad de la torre grúa, era motivo de retraso para el avance de los operarios generando tiempo muerto en esa actividad.

Se cuidó el mantenimiento de (reglas, nivel laser, vibradora) para no tener inconvenientes en los trabajos previos a entrar de los operarios.

Al realizar el análisis de restricciones hacemos un inventario de materiales en campo y nos damos cuenta que no están completos se realizó la compra de materiales de albañilería (reglas, plomada, badilejo, frotacho) era motivo de tiempo de espera entre operario.

### 5.3.4 Diagrama de flujo mejorado

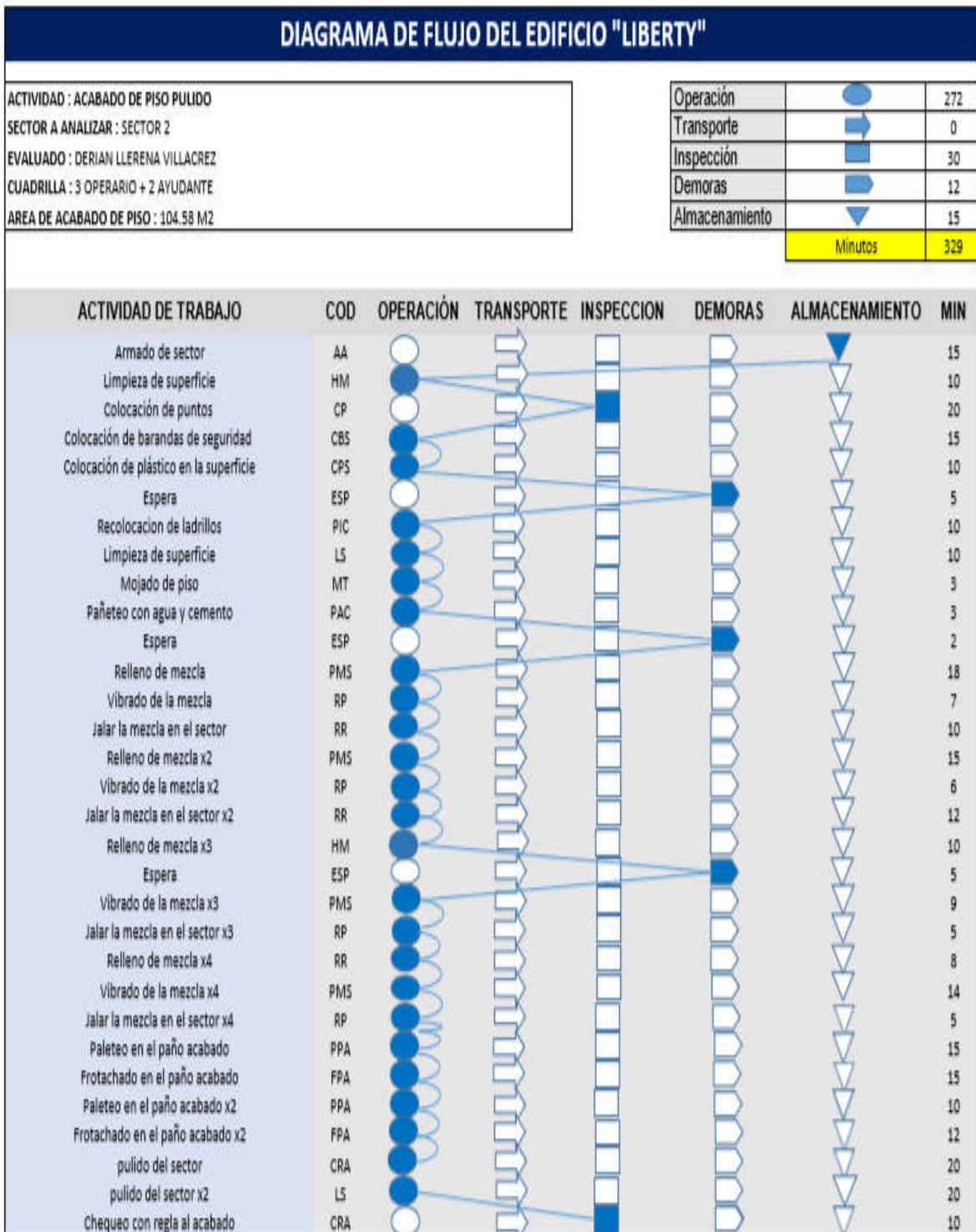


Figura 42. Diagrama de flujo mejorado.

Elaboración: el autor.

Los resultados obtenidos en el siguiente análisis del diagrama de flujo mejorado en porcentajes:

ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO			
ITEM	ACTIVIDAD	MIN	PORCENTAJE
1.01	Operación	272	83%
1.02	Transporte	0	0%
1.03	Inspección	30	9%
1.04	Demoras	12	4%
1.05	Almacenamiento	15	5%
		329	

Cuadro 39. Análisis del diagrama de flujo segunda muestra.

Elaboración: el autor

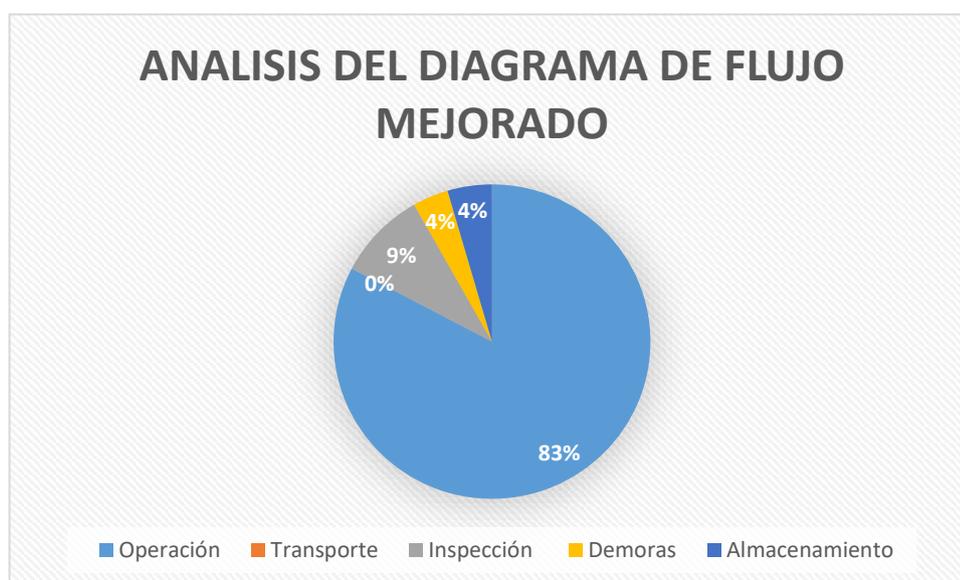


Gráfico 33. Análisis de actividades del diagrama de flujo segunda muestra.

Fuente: Elaboración propia.

La primera muestra obtenemos un 46.58 % de operación en transporte un 11.75% y demoras un 22.44% de lo cual en la segunda muestra se mejoró la operación en 83 % se redujo el transporte a 5 % y las demoras en 4 % de lo cual analizaremos los ratios de ambas muestras.

<b>ANALISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO- PRIMERA MUESTRA</b>			
AREA : 34.86 M2			
ITEM	ACTIVIDAD	MIN	RATIO HH/M2
1.01	Operación	243	0.116
1.02	Transporte	0	0.000
1.03	Inspección	35	0.017
1.04	Demoras	105	0.050
1.05	Almacenamiento	45	0.022
TOTAL (MIN)		428	0.205

Cuadro 40. Análisis de ratios de la primera muestra

Elaboración: el autor

<b>ANALISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO- SEGUNDA MUESTRA</b>			
AREA : 34.86			
ITEM	ACTIVIDAD	MIN	RATIO HH/M2
1.01	Operación	272	0.130
1.02	Transporte	0	0.000
1.03	Inspección	30	0.014
1.04	Demoras	12	0.006
1.05	Almacenamiento	15	0.007
TOTAL (MIN)		329	0.157

Cuadro 41. Análisis de ratios de la segunda muestra.

Elaboración: el autor

Se realizó el análisis cuantitativo.

Se obtiene el presupuesto.

PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS						
<b>PROYECTO:</b>	EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LIBERTY"					
<b>UBICACIÓN:</b>	AV. MANUEL CIPRIANO DULANTO 1710					
<b>PROPIETARIO:</b>	PROYECTO Y CONSTRUCCIONES LUGANO SAC					
<b>REVISADO:</b>	ING HUMBERTO RAMIREZ					
<b>FECHA:</b>	20-Oct-17					
ITEM	ESPECIFICACIONES	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL	TOTAL
<b>03.02.04.00</b>	<b>LOSAS MACIZAS (EDIFICIO)</b>					
03.02.04.01	Concreto 525 kg/cm <sup>3</sup> (SUMINISTRO) (slump 6" - 8") (Piedra #57)	m <sup>3</sup>	32.05	\$/ 513.30	\$/ 16,461.27	
03.02.04.02	Concreto 210 kg/cm <sup>3</sup> (SUMINISTRO) (slump 4" - 6") (Piedra #57)	m <sup>3</sup>	195.00	\$/ 260.78	\$/ 50,852.10	
03.02.04.03	Concreto 525 y 210 kg/cm <sup>3</sup> (BOMBA) (slump 4" - 6", 6" - 8") (Piedra #57)	m <sup>3</sup>	227.05	\$/ 40.12		
03.02.04.04	Concreto 525 y 210 kg/cm <sup>3</sup> (COLOCACION) (slump 4" - 6", 6" - 8") (Piedra #57)	m <sup>3</sup>	227.05	\$/ 16.51	\$/ 3,749.24	
03.02.04.05	Encofrado y Desencofrado con Madera	m <sup>2</sup>	1,543.18	\$/ 29.50	\$/ 45,523.81	
03.02.04.06	Acero (SUMINISTRO)	kg	12,835.54	\$/ 2.29	\$/ 29,697.08	
03.02.04.07	Acero (MANO DE OBRA)	kg	12,835.54	\$/ 0.92	\$/ 11,829.84	
03.02.04.08	Acabado Semipulido para laminado y/o enchape	m <sup>2</sup>	10,579.41	\$/ 14.16	\$/ 149,804.45	\$/ 307,007.78

Figura 43. Presupuesto de Estructura 2.

Elaboración: el autor.

### ANALISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO-COMPARACION

ITEM	TIEMPO	RATIO 1 HH/M2	RATIO 2 HH/M2
1.01	Operación	0.116	0.130
1.02	Transporte	0.000	0.000
1.03	Inspección	0.017	0.014
1.04	Demoras	0.050	0.006
1.05	Almacenamiento	0.022	0.007
TOTAL (MIN)		0.205	0.157

Cuadro 42. Análisis del diagrama de flujo- comparación.

Elaboración: el autor.

Obteniendo la diferencia entre.

- Ratio 1 – Ratio 2 = 0.048 (HH/M2)

Obteniendo el metrado total.

- Metrado total = 10,579.41 M2

Multiplicamos (diferencia de los ratios x metrado total) hallaremos las horas ganadas HH.

- 0.048 (HH/M2) x 10,579.41 M2 = 507.81 HH

Las horas hombres ahorradas se multiplicara por el precio de la hora obteniendo la mejora.

- 507.81 X S/. 14 = S/. 7,109.58

Realizaremos una regla de tres simples para saber el porcentaje ganado en presupuesto.

$$x = \frac{25,185.58 \times 100}{149,804.45}$$

$$x = 4.76 \% \quad \text{Del PPTO.}$$

## **5.4 Análisis de restricciones para la semana 35**

### **5.4.1 Elaboración de mejoras**

Al realizar el análisis de restricciones se está adelantando a las actividades que se realizaran al continuar la secuencia del casco estructural, cumpliendo con lo que se está programando en el análisis de restricciones no se vería afectado la programación ni la productividad. Se hizo el levantamiento de 26 número total de posibles restricciones de las cuales esta herramienta nos facilita y nos soluciona cualquiera actividad a futuro que no obstaculice en cumplimiento se analizara con una mira de 3 semanas que se hará un seguimiento constante en el cumplimiento de la actividad propuesta.

### **5.4.2 Descripción de restricciones.**

Se realizara la evaluación del cumplimiento de las restricciones para obtener una mayor visión.

#### 5.4.2.1 Por parte del staff de obra:

- Mandar correo a UNICON.
- Metrado en campo fino.

#### 5.4.2.2 Por parte de los rigger de la torre grúa:

- Limpieza del balde con desmoldante.
- Cambio de manguera del balde.
- Cargar los equipos de radios.

#### 5.4.2.3 Por parte de los ayudantes de la cuadrilla del vaciado de losa.

- Limpieza del área de trabajo.
- Colocar dados de recubrimiento en la losa.

#### 5.4.2.4 Por parte de los operarios albañiles.

- Colocar el arnes en el punto de trabajo

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES EN CONCRETO DE LOSA																										
PROYECTO: EDIFICIO "LIBERTY"																										
SEMANA:		36																								
ITEM	De donde sale	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	SEMANA 36							SEMANA 37							SEMANA 38						
						L	M	M	J	Y	S	D	L	M	M	J	Y	S	D	L	M	M	J	Y	S	D
						03/12/18	04/12/18	05/12/18	06/12/18	07/12/18	08/12/18	09/12/18	10/12/18	11/12/18	12/12/18	13/12/18	14/12/18	15/12/18	16/12/18	17/12/18	18/12/18	19/12/18	20/12/18	21/12/18	22/12/18	23/12/18
N° TOTAL DE RESTRICCIONES						26							26							26						
%																										
%																										
01.00	CASCO	CONCRETO EN LOSA																								
01.01	ESTRUCTURAS	CONCRETO - SUMINISTRO	REALIZAR EL METRADO EN CAMPO FINO DEL SECTOR	Horas antes del vaciado	ING DERIAN LLERENA/RAFAEL LEON	x	x	x					x	x	x					x	x	x				
01.02	ESTRUCTURAS	CONCRETO - SUMINISTRO	MANDAR CORREO A UNICON VACIADO	Un día antes del vaciado	ING STEVE TELLO	x	x				x		x	x				x		x	x				x	
01.03	ESTRUCTURAS	MAQUINARIA - MANTENIMIENTO	LIMPIEZA DE BALDE DE LA TORRE GRUA CON DESMOLDANTE	Horas antes del vaciado	RIGGER RICHARD	x	x	x					x	x	x					x	x	x				
01.04	ESTRUCTURAS	MAQUINARIA - MATERIAL	REALIZAR EL CAMBIO DE MANGUERA DEL BALDE	Una vez cada dos semanas	ING DERIAN LLERENA	x														x						
01.05	ESTRUCTURAS	EQUIPO - TORRE GRUA	CARGAR LOS EQUIPOS DE RADIO	Todos los días	ING DERIAN / CAPATAZ HUAMAN	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
01.06	ESTRUCTURAS	MANO DE OBRA - AYUDANTES	LIMPIAR AREA DE TRABAJO	Horas antes del vaciado	ING DERIAN / CAPATAZ HUAMAN	x	x	x					x	x	x					x	x	x				
01.07	ESTRUCTURAS	MANO DE OBRA - EQUIPO	MANTENIMIENTO DE LA VIBRADORA	Una vez cada por semana	ING DERIAN / CAPATAZ HUAMAN	x							x							x						
01.08	ESTRUCTURAS	MANO DE OBRA - CALIDAD	COLOCAR LOS DADOS DE RECUBRIMIENTO EN LA LOSA	Horas antes del vaciado	AYUDANTE JUAN	x	x	x					x	x	x					x	x	x				
01.09	ESTRUCTURAS	EPP - OPERARIOS	COLOCAR EL ARNES EN EL PUNTO DE TRABAJO	Horas antes del vaciado	OPERARIOS	x	x	x					x	x	x					x	x	x				

Figura 44. Análisis de restricciones de concreto en losa

Elaboración: el autor.

### 5.4.3 Análisis de los resultados con las mejoras de la curva semanal del vaciado de concreto en losa

Se analizó desde la semana 36 hasta la semana 38 dando un horizonte de seguimiento para que el personal se acostumbre a aplicar las restricciones.

RESTRICCIONES ANALIZADAS	SEMANA 36	SEMANA 37	SEMANA 38
Realizar el metrado fino en campo del sector	100.00%	90.00%	100.00%
Mandar correo a UNICON horas antes del vaciado	100.00%	100.00%	100.00%
Limpieza del balde de la torre grúa con desmoldante	80.00%	80.00%	100.00%
Realizar el cambio de manguera del balde	90.00%	100.00%	100.00%
Cargar los equipos de radio	90.00%	100.00%	100.00%
Limpiar el área de trabajo	100.00%	100.00%	100.00%
Mantenimiento de la vibradora	80.00%	100.00%	100.00%
Colocar los dados de recubrimiento en la losa	100.00%	100.00%	100.00%
Colocarse el arnés en el punto de trabajo	100.00%	100.00%	100.00%
<b>% TOTAL DE RESTRICCIONES</b>	<b>93.33%</b>	<b>96.67%</b>	<b>100.00%</b>

Cuadro 43. Análisis de restricciones desde la semana 36 hasta la 38.

Elaboración: el autor.

Se realizó el análisis desde la semana 36 hasta la semana 38 obteniendo en la aplicación un 100% en las restricciones analizadas.

CURVA SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD DEL CONCRETO EN LOSA	
SEMANA 36	93%
SEMANA 37	97%
SEMANA 38	100%
SEMANA 39	100%
SEMANA 40	100%
SEMANA 41	100%

Cuadro 44. Análisis de restricciones desde la semana 36 hasta la 41.

Elaboración: el autor

#### **5.4.4 Análisis de la curva semanal de productividad de concreto en losa**

Se presenta el análisis de la curva de productividad semanal del acero teniendo en cuenta que todas son mayores al 80 %.

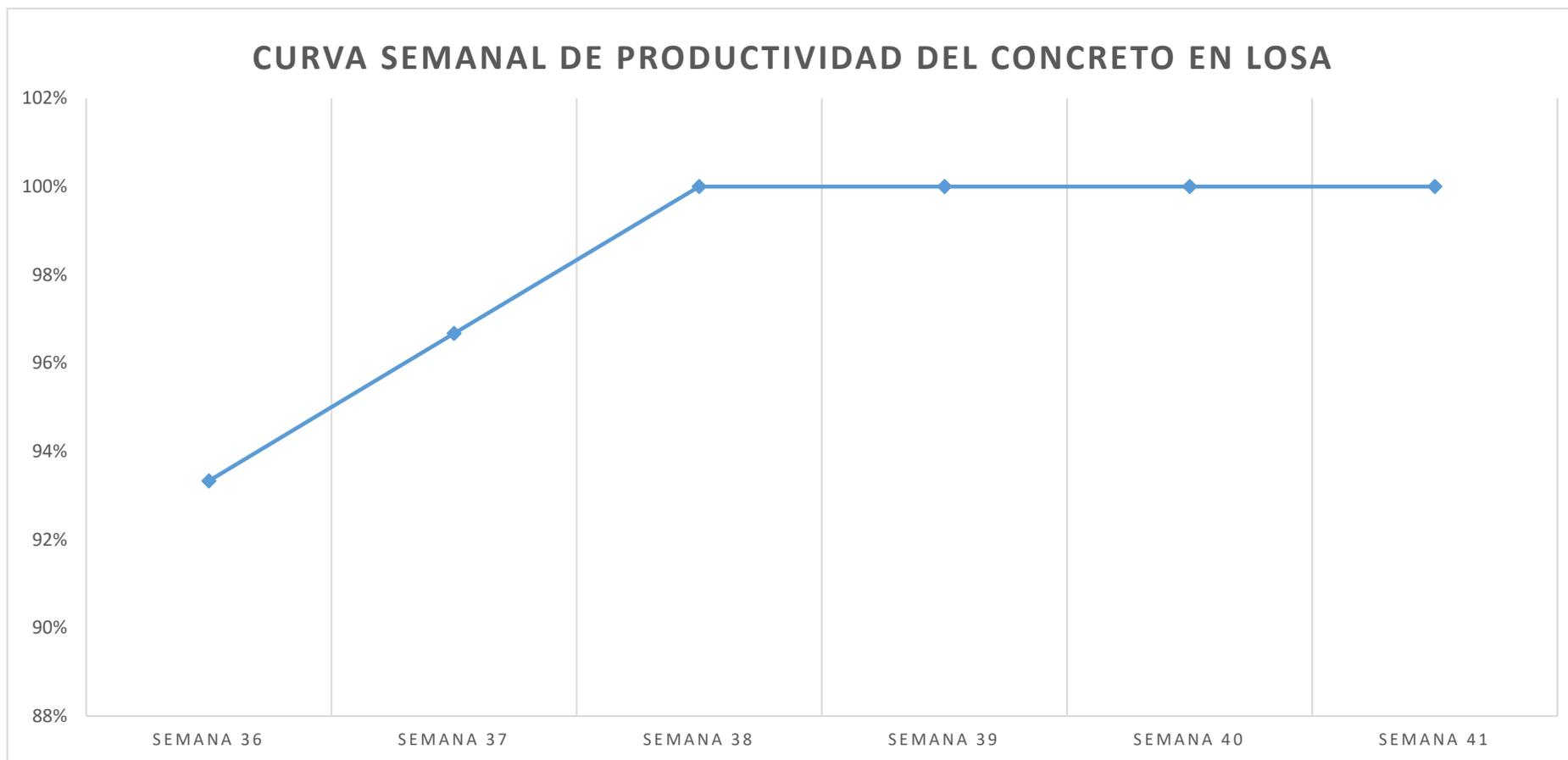


Gráfico 37. Curva semanal de productividad del concreto en losa.

Elaboración: el autor.

## CAPÍTULO VI

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1 Contrastación de la hipótesis

**Hipótesis general** menciona que la implementación de metodología Lean Construction utilizada en la construcción multifamiliar del edificio Liberty mejora la productividad; sin embargo, luego de realizar la correcta implementación de la metodología Lean Construction determinó que al aplicar sus herramientas realiza una optimización de costos durante la ejecución del proyecto, es por eso que su nivel de implementación fue al instante conforme se detectó una partida con índices de improductividad, finalmente se concluyó que la hipótesis general es VÁLIDA.

**Hipótesis específica 1** menciona que la correcta aplicación de la herramienta Lean Construction, Análisis de Restricciones contribuye con la mejora de la producción, costos y optimización de procesos, es el adecuado; sin embargo, luego de realizar la aplicación de la herramienta análisis de restricciones se determinó que se obtiene un porcentaje mayor de 80 % de actividades cumplidas finalmente se concluyó que la hipótesis específica es VÁLIDA.

CURVA SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD DEL ACERO	
SEMANA 25	90%
SEMANA 26	90%
SEMANA 27	80%
SEMANA 28	90%
SEMANA 29	100%
SEMANA 30	80%
SEMANA 31	100%
SEMANA 32	100%
SEMANA 33	90%
SEMANA 34	90%
SEMANA 35	100%
SEMANA 36	90%
SEMANA 37	90%
SEMANA 38	90%
SEMANA 39	80%
SEMANA 40	100%
SEMANA 41	100%

Cuadro 45. Análisis de porcentaje productividad del acero.

Elaboración: el autor

**Hipótesis específica 2** menciona que la correcta aplicación de la herramienta Lean Construction, Carta de balance contribuye con la mejora de la producción, costos y optimización de procesos, es el adecuado, sin embargo luego de realizar la aplicación de la herramienta carta de balance determino que se obtiene una mejora en la productividad de 17.69% en los trabajos productivos como también se obtiene un ahorro de 4.64 % del presupuesto meta finalmente se concluyó que la hipótesis específica es VÁLIDA.

ANALISIS AHORRO DE PRODUCTIVIDAD			
ITEM	TIEMPO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
1.00	TIEMPO PRODUCTIVO	32.98%	50.67%

Cuadro 46. Análisis ahorro de tiempo productivo

Elaboración: el autor.

**Hipótesis específica 3** menciona que la correcta aplicación de la herramienta Lean Construction, Diagrama de flujo contribuye con la mejora de la producción, costos y optimización de procesos, es el adecuado; sin embargo, luego de realizar, la aplicación de la herramienta diagrama de flujo determino que se obtiene una mejora en productividad de ratio de 0.048 hh/m<sup>2</sup> en la mano de obra como también se obtiene un 4.76 % del presupuesto meta finalmente se concluyó que la hipótesis específica es VÁLIDA.

**ANALISIS AHORRO DE MANO DE OBRA**

ITEM	TIEMPO	RATIO 1 HH/M2	RATIO 2 HH/M2
TOTAL (MIN)		0.205	0.157

Cuadro 47. Análisis ahorro de ratios.

Elaboración: el autor.

## 6.2 Contrastación de los antecedentes.

### 6.2.1 Contrastación de los antecedentes internacionales.

#### 6.2.1.1 Gonzales, D. (2013)- España.

Según la tesis presentada se realizó una muestra a 60 trabajadores de una empresa constructora demostrando la influencia de manera positiva en la dirección de proyectos de edificación. Siendo el objetivo principal el uso de las herramientas Lean Construction. Alcanzando un nivel de 70% del total en la dirección del proyecto. En cambio, la presente tesis implementa la metodología Lean Construction para realizar el control de la dirección del proyecto y realiza un análisis a colaboradores de una partida utilizando las herramientas Lean Construction cuando encuentra niveles de improductividad.

#### 6.2.1.2 Martínez, J. (2011)- Colombia

Según la tesis presentada realiza una investigación a dos proyectos de construcción donde identificó la igualdad de pérdidas y se vio reflejando en los índices de productividad, ambos datos fueron tomados y se

aplicó en un tercer proyecto en la cual menciona que los tiempos no contributorios se ven disminuidos logrando una productividad mayor. El cambio, la presente tesis utiliza la herramienta carta de balance para identificar los porcentajes de los trabajos realizados generando un aumento en los tiempos de (TP 32.98%, TC 38.79%, TNC 28.24%) a (TP 50.67%, TC 36.92%, TNC 12.42%).

## **6.2.2 Contrastación de los antecedentes nacionales**

### **6.2.2.1 Ramírez, C (2012) – Perú**

La implementación del Sistema Last Planner ubicado en el distrito de Puente Piedra se implementó en la ejecución de un proyecto inmobiliario para realizar los procesos constructivos en su máxima optimización, existen factores que afectan la productividad, se identifica. La obtención del trabajo productivo obtenido es 26% al 36% durante los meses de junio, julio y agosto, eso quiere decir que con los ajustes llevados se mejoró en 10 % el trabajo de producción. En contraste, la presente investigación recurre a obtener en trabajos productivos en tiempos de (TP 32.98% a TP 50.67%), mejorando un 18 % en la producción de los colaboradores.

### **6.2.2.2 Flores, D (2013) – Perú.**

Se aplicó a 60 colaboradores como muestra y se concluyó que la metodología influencio enriqueciendo de manera significativa aplicando correctamente la filosofía Lean. Con la ejecución técnica de Nivel General de Actividad en la obra de la construcción del estadio de la UNA – PUNO (TP = 36%, TC= 43% y TNC = 21%). En contraste la presente investigación recurre a obtener en trabajos productivos en tiempos de (TP 32.98% a TP 50.67%), mejorando un 18 % en la producción de los colaboradores.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación constante del seguimiento de las herramientas del Lean Construction en una obra de edificaciones incrementa de manera significativa, la confiabilidad de su planificación, puesto que se corroboró un incremento de la productividad para los rendimientos, a pesar de que, inicialmente, estaba por debajo de lo previsto en la planificación. Se obtuvo una mejora en la planificación, porque mediante la metodología se pudo obtener el ahorro en el presupuesto total de encofrado de placas de 4.64% y en acabado pulido de losa de 4,76% del presupuesto meta.
2. Análisis de Restricciones es una herramienta de control que anticipa las restricciones posibles que se pueden obtener en el campo, junto a la herramienta de porcentaje de plan cumplido (ppc) que trabaja realizando en control que permitió media la confiabilidad del sistema. En este caso se observó que en la semana 24 y la semana 35 no se llegaron a cumplir todas las actividades programadas obteniendo un porcentaje menor al 80 %. Al implementar esta herramienta en las semanas siguientes se llegó a un porcentaje mayor que no influye en retrasos a las demás partidas y cumple con el tren de actividades requerido.
3. Carta de balance es una herramienta que nos permitió realizar las mediciones reales que se obtiene en campo tanto en trabajos productivos, contributorios y no contributorios. En este caso se realizó la evaluación a las partidas de encofrado de placas junto al análisis de transporte vertical y horizontal en donde se encontró que el mayor punto de incidencias eran los trabajos improductivos y se realizó una mejora en optimización de (TP 32.98%, TC 38.79%, TNC 28.24%) a (TP 50.67%, TC 36.92%, TNC 12.42%) que llevando al costo por el ratio

promedio a 0.43 %, se obtendría un ahorro de S/. 50,152.68. Se concluyó que se debió a un mal dimensionamiento de cuadrillas y la falta de planificación.

4. Diagrama de flujo es una herramienta que nos permitió realizar las mejoras en la distribución de la cuadrilla de acabado de piso junto a la herramienta diagrama en planta obtenemos que se puede realizar una mejora de ratio de un 0.205 hh/m<sup>2</sup> a 0.157 hh/m<sup>2</sup> que llevando al costo se ahorraría un S/7,109.58 y se concluyó que se debió a un mal distribución de cuadrillas y la falta de control en el avance de la planificación.

## RECOMENDACIONES

1. Aplicar la metodología Lean Construction trabajando con el sistema Last Planner mejora la planificación; el residente de obra es el que lidera con su equipo staff, que debe aplicar la metodología, realizar el seguimiento y la retroalimentación para obtener una mejora continua.
2. Analizar la herramienta Análisis de Restricciones todas las semanas y en todos los trabajos para tener un mayor control del incumplimiento de las partidas junto al porcentaje de plan cumplido que analiza las actividades así sean mínimas. Con estas actividades se generan ahorros.
3. Analizar la herramienta Carta de Balance la estandarización de esta herramienta, que se aplica al inicio de las actividades para realizar el chequeo del dimensionamiento de cuadrillas que sea el adecuado. En este caso, se aplicó la cuadrilla crítica en cumplimiento de la programación, (incumple los metrados correspondientes), así se lograron grandes resultados.
4. Analizar la herramienta Diagrama de flujo, en el sector de la construcción junto a la herramienta diagrama de planta. Se recomienda utilizar en todas las partidas ya que la herramienta ordena, minimiza los tiempos muertos de espera entre operarios, así como los accidentes en obra; colabora en el control de la programación, y correcta aplicación de las herramientas con los que se ahorra.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### **Bibliográfica:**

Pons, J. (2014). Introducción a Lean Construction Introduccion a Lean Construction. 74. Libro Recuperado de <http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction.pdf>

### **Electronicas:**

Avila, J & Crespo, W. (2015) Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la Ciudad de Quito, aplicando Lean Construction. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5427>

Ballard, G. (2000) The Last Planner System of Production Control, (Tesis para doctorado). Faculty of engineering, The University of Birmingham. Recuperado de <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4789/1/Ballard00PhD.pdf>

Brioso, X. (2015). El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el project y construction management: Propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación. 383. Recuperado de [http://oa.upm.es/40250/1/XAVIER\\_MAX\\_BRIOSO\\_LESCANO.pdf](http://oa.upm.es/40250/1/XAVIER_MAX_BRIOSO_LESCANO.pdf)

CAPECO – Cámara Peruana de la Construcción (2019). Informe económico de la construcción. Recuperado de [https://www.capeco.org/descargas/iec/IEC25\\_0719.pdf](https://www.capeco.org/descargas/iec/IEC25_0719.pdf)

CEESCO - Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción. (2018). Evolución económica dentro de los países miembros de la FIIC 2017-2018. Recuperado de

<https://www.cmic.org.mx/cmhc/ceesco/2018/Evoluci%C3%B3n%20Econ%C3%B3mica%20de%20los%20Pa%C3%ADses%20Miembros%20de%20la%20FIIC%202017-2018.pdf>

Cano y Nieto y Aragón (2017) “Implementación de la metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa Gramar S.A.” Recuperado de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14785/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%2017%20JUNIO%20-%20GRAMAR.pdf>

Collachagua I. (2017) “Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares “La Toscana”; como herramienta de mejora de la productividad, Huancayo: Universidad Continental. Recuperado de

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/3591>

Chávez, J. R., & Aquije, C. A. de la C. A. (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en una obra de edificación (Caso: Condominio Casa Club Recrea – El Agustino). 625. Recuperado de

<http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/1203>

Chokewanka, V., & Sotomayor, J. (2018). Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del Centro de Salud Picota - San Martín. Recuperado de

<http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/4235>

Figueroa, R., & Tolmos, M. (2016). Aplicación de herramientas Lean Construction para mejorar los costos y tiempos en la colocación de encofrado, acero y concreto en la construcción de edificaciones en el sector económico a A / B en Lima. 115. Recuperado de

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/337140/Tesis%20Ing.%20Civil%20Tolmos%20Figueroa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Flores, D. (2016). “Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del estadio de la UNA – Puno.” 2006–2011. Recuperado de <https://docplayer.es/79743323-Universidad-nacional-del-altiplano.html>

Gonzales, D. (2013). Aplicación de herramientas lean en la gestión de proyectos de edificación. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/7076/TFM-P-115.pdf;jsessionid=69B3B6B398CE24D56D5BD57D6BFF060A?sequence=1>

Guzmán, A. (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. 121. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5778?show=full>.

La Republica (2019). INEI, sector de la construcción creció en 5,77 %. Recuperado de <https://larepublica.pe/economia/1469337-inei-sector-construccion-crecio-577-marzo/>

Lean Construction Institute (2007) “The Last Planner Production System Workbook”. Recuperado de: <https://www.leanconstruction.org/wp-content/uploads/2016/06/Last-Planner-Workbook-rev4.pdf>

Martinez, J. (2011). Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción. 91. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/10578/1/940698.2011.pdf>

Kanbanize. Los 7 desperdicios Lean: Como optimizar los recursos. Recuperado de <https://kanbanize.com/pt/gestao-lean/valor-desperdicio/7-desperdicios-do-lean/>

Koskela, L. (1992) "Application of the new production philosophy to construction". VTT Buildind Technology. Technical Report #72, Center for Integrated Facilities Engineering, Stanford University. Recuperado de <http://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>

Ramirez. (2012). "Optimización de procesos constructivos en el Condominio Bolognesi - Puente Piedra." Recuperado de [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/417/Ramirez\\_c.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/417/Ramirez_c.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Toledo, A. (2017). Mejoramiento de la planificación operacional mediante la implementación de la filosofía Lean construction en el proyecto ampliación y mejoramiento del Hospital de Moquegua Nivel II-2 ubicado en el departamento de Moquegua. Recuperado de [http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/217/Aderly\\_Tesis\\_titulo\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/217/Aderly_Tesis_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Uzategui, M. (2016). Mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 0–93. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/556447/Tesis%20Vilca%20Uzategui.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **ANEXOS**

1. Formato de porcentaje de plan cumplido
2. Formato de análisis de restricciones
3. Formato de carta de balance
4. Formato de diagrama de flujos
5. Protocolo de calidad de acero
6. Protocolo de calidad de encofrado
7. Panel Fotográfico
8. Matriz de consistencia

## ANEXO 1. FORMATO DE PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)															
ACTIVIDAD	UNID	METRADO PROGRAMADO	METRADO REALIZADO	SEMANA						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO					
				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	SI	NO	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA	
<b>ESTRUCTURA</b>															
<b>ELEMENTOS VERTICALES</b>															
Aceros en muros															
IIEE, IIS, gas															
Encofrado de muros															
Concreto en muros															
<b>ELEMENTOS HORIZONTALES</b>															
Colocación de viguetas, tovedillas y encofrado de losa maciza															
Aceros en losa															
Concreto en Losa															
Acabado en Losa															
<b>ARQUITECTURA</b>															
<b>TARRAJEO Y SOLAJEO</b>															
Habilitación de andamio															
Solaqueo cielo raso															
Picado y colocación de puntos para tarrajeo de muros															
Tarrajeo y solaqueo de muros															

ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL EN (%)					TOTAL EN (%)
ANALISIS DE INCUMPLIMIENTOS					
COD	DESCRIPCION	CANTIDAD			
PROG	PROGRAMACION				
MAT	MATERIALES				
CDC	CONTROL DE CALIDAD				
CON	CONTRATISTAS				
EQ	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				

**ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO**



0%  
100%

■ PROG ■ MAT ■ CDC ■ CON ■ EQ

**ANEXO 2. FORMATO DE ANÁLISIS DE RESTRICCIONES.**

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES																																							
PROYECTO: EDIFICIO "LIBERTY" SEMANA: <input type="text"/>																		SEMANA		SEMANA				SEMANA															
																		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V			
ITEM	De donde sale	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE																																		
																		N° TOTAL DE RESTRICCIONES																					
																		% DE RESTRICCIONES POR SEMANA																					
01.00	CASCO	ESTRUCTURAS																																					

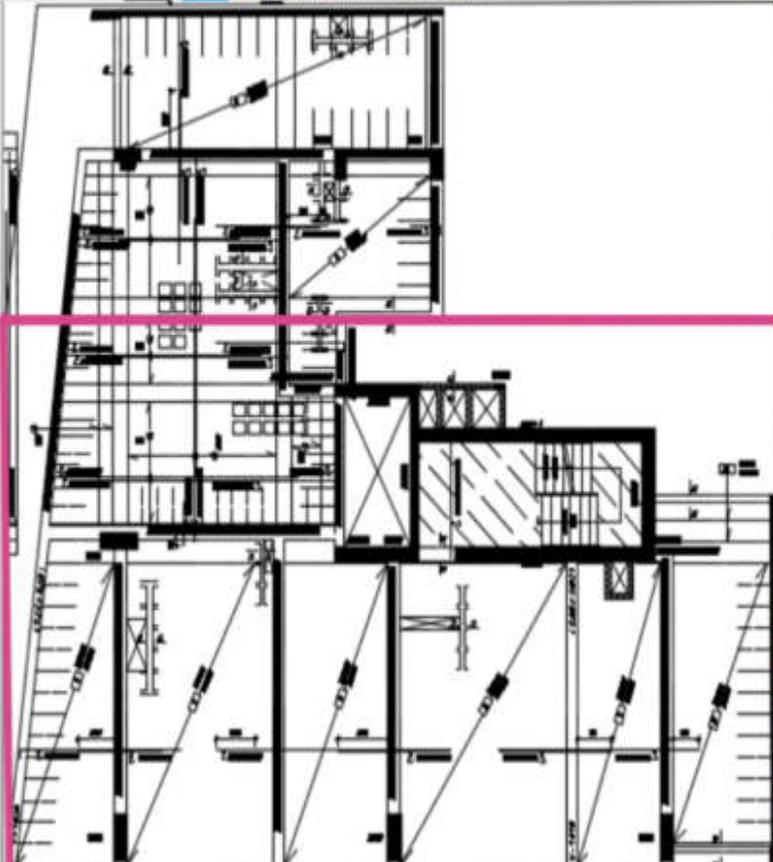
### ANEXO 3. FORMATO DE CARTA DE BALANCE

MEDICION	Operario.	Ayudante.												
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														

**ANEXO 4. FORMATO DE DIAGRAMA DE FLUJO.**

DIAGRAMA DE FLUJO DEL EDIFICIO "LIBERTY"																										
ACTIVIDAD :				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Operación</td> <td style="width: 20%; text-align: center;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Transporte</td> <td style="text-align: center;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Inspección</td> <td style="text-align: center;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Demoras</td> <td style="text-align: center;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Almacenamiento</td> <td style="text-align: center;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center; font-size: small;">Minutos</td> <td></td> </tr> </table>				Operación			Transporte			Inspección			Demoras			Almacenamiento					Minutos	
Operación																										
Transporte																										
Inspección																										
Demoras																										
Almacenamiento																										
		Minutos																								
SECTOR A ANALIZAR :																										
EVALUADO :																										
CUADRILLA :																										
AREA DEL SECTOR :																										
ACTIVIDAD DE TRABAJO	COD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORAS	ALMACENAMIENTO	MIN																			

# ANEXO 5. PROTOCOLO DE CALIDAD DE ACERO.

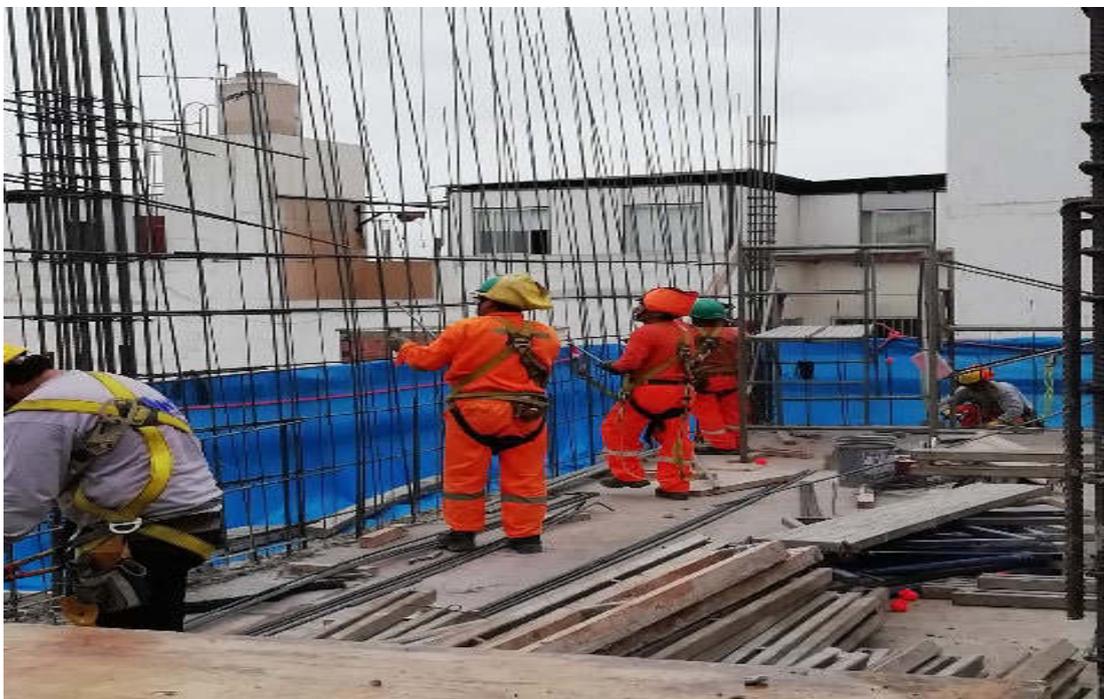
Liberty		PROTOCOLO DE CALIDAD VERIFICACION DEL ACERO EN MUROS, COLUMNAS Y LOSA.			LUGANO	
<b>PROYECTO:</b> EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LIBERTY" <b>UBICACION:</b> Av. Copalero Duñante 1707, Pueblo Libre, Lima		<b>DATOS GENERALES</b>			<b>CLIENTE:</b> Proyectos y Construcciones Lugano <b>CONSTRUCTOR:</b> Proyectos y Construcciones Lugano	
<b>ELEMENTO:</b>		<b>IDENTIFICACION DEL ELEMENTO</b>			<b>PLANO DE REFERENCIA:</b>	
<b>DESCRIPCION:</b>					<b>FECHA DE VERIFICACION:</b>	
<b>ESQUEMA DE UBICACION DEL ELEMENTO</b>						
				<b>VERIFICACION DE ACERO EN LOSA</b>		
<b>PUNTOS DE CONTROL</b>		<b>VERIFICACION</b>			<b>COMENTARIOS</b>	
		C	NC	R		
Limpieza del acero Recubrimiento Atornillado (armes) Separaciones Cumple con los planos Estructurales						
C = CONFORME, NC = NO CONFORME, R = CORREGIDO/REPARADO						
<b>ACEROS INKA FERRO - FIERRO CORRUGADO GRADO 60</b>						
<b>MUROS O COLUMNAS</b>						
<b>VERIFICACION DE COLUMNA O MURO</b>						
COLUMNA O MURO	Diametro de la varilla	Espaciamiento de Varillas	Diametro de estribos	Espaciamiento de estribos		
		COLUMNAS				
<b>VERIFICACION DE MALLAS HORIZONTAL EN MUROS</b>						
MUROS	Diametro de la varilla	Atornillado	Espaciamiento de varillas	Comentarios		
<b>VERIFICACION DE MALLAS VERTICAL EN MUROS</b>						
MUROS	Diametro de la varilla	Longitud de traspase	Espaciamiento de varillas	Comentarios		
<b>PERSONAL A CARGO</b>						
DEL SUBCONTRATISTA: CAPATAZ RESPONSABLE:		Z A INGENIEROS S.A.C SIMON CUADROS VARAS			Observaciones:	
Observaciones y/o comentario:						



## ANEXO 7. PANEL FOTOGRÁFICO



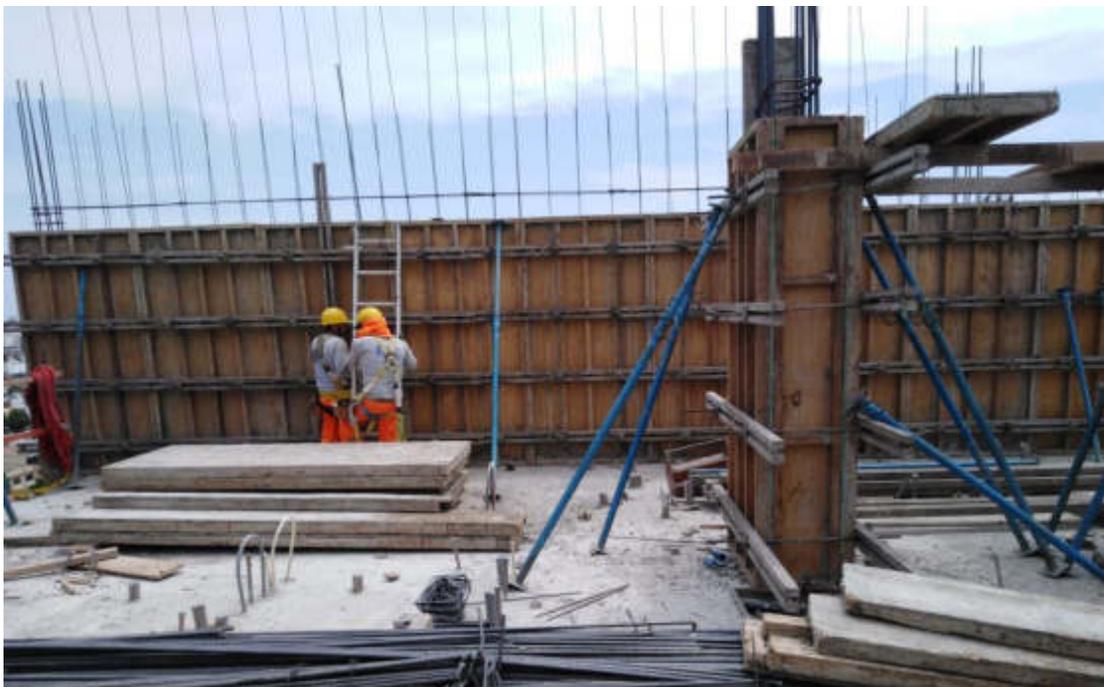
Fotografía 001: Colocación de acero en vigas por la empresa contratista 2 A ingenieros



Fotografía 002: Colocación de acero en placas por la empresa contratista 2 A ingenieros



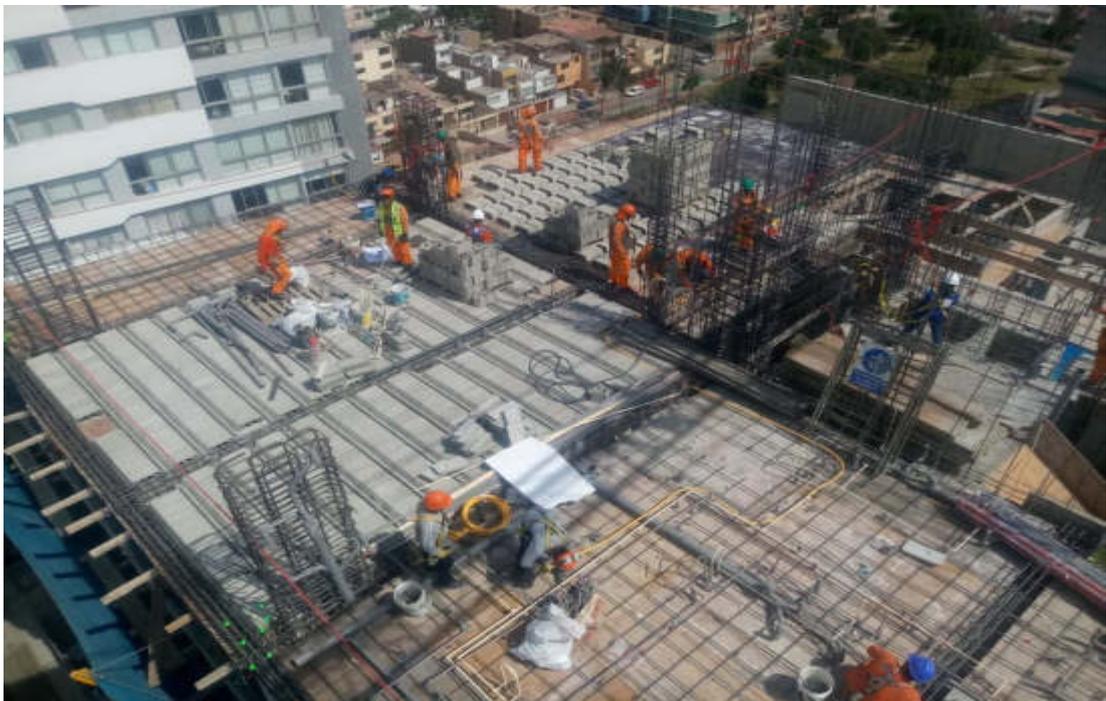
Fotografía 003: Colocación de encofrado en placas por la empresa contratista H C edificaciones.



Fotografía 004: Colocación de encofrado en placas y columnas por la empresa contratista H C edificaciones.



Fotografía 005: Colocación de encofrado en losa de los sectores 1 y 2 por la empresa contratista H C edificaciones.



Fotografía 006: Habilitación de la losa de los sectores 1 y 2 para realizar el vaciado de concreto.



Fotografía 007: Operarios albañiles realizando la actividad de pulido de piso acabado.



Fotografía 008: Losa del sector 3 con el acabado de piso.



Fotografía 009: Colocación de viguetas en la Azotea con supervisión del tesista.



Fotografía 010: Colocación de viguetas y bovedillas con supervisión del tesista.



Fotografía 011: Supervisión de losa por el Ingeniero Residente junto al maestro de obra y el tesista acompañando de los capataces de acero encofrado y acabado de piso antes de iniciar el vaciado.

Fotografía 012: Llegada de bovedillas a obra.

Fotografía 013: Llegada de viguetas a obra.

Fotografía 014: Llegada de acero a obra.



Fotografía 015: Obra en la etapa casco estructural nivel 1.



Fotografía 016: Obra en la etapa casco estructural nivel 13.



Fotografía 017: Obra en la etapa casco estructural nivel

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**  
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO LAS HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION EN LA EJECUCIÓN DEL EDIFICIO LIBERTY DE 20 PISOS EN LA ETAPA DE CASCO ESTRUCTURAL UBICADO EN EL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE**

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		METODOLOGÍA
			VARIABLES	INDICADORES	
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿De qué manera la metodología Lean Construction influye en la productividad de la construcción multifamiliar del Edificio Liberty?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿De qué manera la aplicación de la herramienta Carta de Balance de la metodología lean construction influye en la mejora de la productividad de la construcción multifamiliar Edificio Liberty?</p> <p>¿De qué manera la aplicación de la herramienta Diagrama de flujo de la metodología lean construction influye en la mejora de la productividad de la construcción multifamiliar Edificio Liberty?</p> <p>¿De qué manera la aplicación de la herramienta Análisis de Restricciones de la metodología lean construction influye en la mejora de la productividad de la construcción multifamiliar Edificio Liberty?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Implementar la metodología Lean Construction para una mejora de la productividad en la construcción multifamiliar del Edificio Liberty.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Elaborar la herramienta lean Construction Carta de Balance para contribuir con la mejora de la productividad en la construcción multifamiliar Edificio Liberty.</p> <p>Elaborar la herramienta lean Construction Diagrama de Flujo para contribuir con la mejora de la productividad en la construcción multifamiliar Edificio Liberty.</p> <p>Elaborar la herramienta lean Construction Análisis de Restricciones para contribuir con la mejora de la productividad en la construcción multifamiliar Edificio Liberty.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La implementación de la metodología Lean Construction utilizada en la construcción multifamiliar del edificio Liberty mejora la productividad</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>La correcta aplicación de la herramienta lean Construction Carta de Balance contribuye con la mejora de producción, costos y optimización de procesos, es el adecuado.</p> <p>La correcta aplicación de la herramienta lean Construction Diagrama de Flujo contribuye con la mejora de producción, costos y optimización de procesos, es el adecuado.</p> <p>La correcta aplicación de la herramienta lean Construction Análisis de Restricciones contribuye con la mejora de producción, costos y optimización de procesos, es el adecuado.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Metodología Lean Construction</p>	<p><b>CARTA BALANCE</b></p> <p><b>DIAGRAMA DE FLUJO</b></p> <p><b>ANÁLISIS DE RESTRICCIONES</b></p>	<p><b>1. DISEÑO</b></p> <p>Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicada Nivel: Descriptivo Diseño: No experimental, longitudinal, prospectivo.</p> <p><b>2. MUESTRA</b></p> <p>La Empresa Proyectos y Construcciones Lugano SAC, la cual esta dedicada a la construcción de viviendas multifamiliares en el departamento de lima</p> <p><b>3. INSTRUMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Área del conocimiento: Lean Construction.</li> <li>- Entrevistas</li> <li>- Encuestas</li> <li>- Formatos</li> <li>- Microsoft Excel</li> <li>- AutoCAD</li> </ul> <p><b>4. PROCEDIMIENTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Entrevistas a especialistas</li> <li>- Búsqueda de información y referencias bibliográficas sobre productividad</li> <li>- Validación externa a empresas</li> <li>- Estudio del caso propio</li> <li>- Propuesta de mejora</li> <li>- Resultados</li> </ul>
			<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Mejora de la productividad</p>	<p><b>MANO DE OBRA</b></p> <p><b>MATERIAL</b></p> <p><b>RATIOS DE PRODUCTIVIDAD</b></p>	