

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD  
MEDIANTE LA FILOSOFÍA LEAN  
CONSTRUCTION EN PARTIDAS DE  
CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS  
MULTIFAMILIARES”**

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

**AUTOR:**

**BACH. JESUS MITCHEL SILVA VASQUEZ**

**Asesor:**

**ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

**NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2023**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA  
PRESIDENTE

---

MG. JULIO FREDY PORRAS MAYTA  
JURADO

---

ING. NATALY LUCIA CÓRDOVA ZORRILLA  
JURADO

---

ING. DAYANA MARY MONTALVAN SALCEDO  
JURADO

---

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DOCENTE

## **DEDICATORIA**

A mis padres, a mi esposa e hijas a mis hermanos por el gran apoyo y confianza que me brindaron en todo momento hacia mi desarrollo profesional.

Bach. Silva Vásquez, Jesús Mitchel

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes y colegas que fueron partícipes de este trabajo como elementos guía y fuente de conocimiento para la creación de esta tesis.

Bach. Jesús Mitchel Silva Vásquez

## CONSTANCIA 088

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

“EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES”

**Cuyo autor (a)** : Jesus Mitchel, Silva Vasquez.

**Facultad** : Ingeniería

**Escuela Profesional** : Ingeniería de Sistemas y Computación

**Asesor (es)** : Ing. Carlos Gerardo, Flores Espinoza.

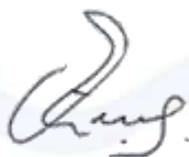
Que, fue presentado con fecha 09.02.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 10.02.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **25%**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 13 de febrero del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>vi</b>
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>19</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>19</b>
1.1. Descripción de la realidad problemático .....	19
1.2. Formulación del problema.....	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.2.2. Problemas específicos .....	20
1.3. Justificación de la investigación.....	20
1.3.1. Justificación práctica.....	20
1.3.2. Justificación científica.....	21
1.3.3. Justificación metodológica.....	21
1.4. Delimitación de la investigación .....	21
1.4.1. Delimitación espacial .....	21
1.4.2. Delimitación temporal.....	22
1.4.3. Delimitación económica.....	23
1.5. Objetivos de la investigación .....	23
1.5.1. Objetivo general.....	23
1.5.2. Objetivos específicos .....	23
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>24</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>24</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	24
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	24
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	26
2.2. Marco conceptual .....	28
2.2.1. Lean construction.....	28

2.2.2. Gestión de proyecto.....	33
2.2.3. Mapas de flujo de valor como herramienta de la filosofía Lean Construction .....	36
2.2.4. Gestión de tiempo .....	37
2.2.5. Elementos de diseño y control de producción.....	44
2.2.6. Herramientas de la filosofía lean construction.....	45
2.2.7. Productividad .....	46
2.2.8. Desafíos que deben ser superados al aplicar el Lean Construction .....	56
2.2.9. Valoración del cliente con el Lean Construcción .....	57
2.3. Definición de términos .....	59
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>61</b>
<b>HIPOTESIS.....</b>	<b>61</b>
3.1 Hipótesis general .....	61
3.2 Hipótesis específica.....	61
3.3 Variables.....	61
3.3.1 Definición conceptual de las variables .....	61
3.3.2 Definición operacional de la variable .....	62
3.3.3 Operacionalización de variables .....	63
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>64</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>64</b>
4.1 Método de investigación .....	64
4.2 Tipo de investigación .....	64
4.3 Nivel de la investigación .....	65
4.4 Diseño de la investigación.....	65
4.5 Población y muestra .....	65
4.5.1 Población .....	65
4.5.2 Muestra .....	65
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	66
4.6.1 Técnicas de recolección de datos.....	66
4.6.2 Instrumentos de recolección de datos .....	66
4.7 Procesamiento de la información .....	66
4.7.1 Descripción del proyecto .....	66
4.7.1.1 Cronograma .....	66
4.7.2 Implementación de la herramienta LPDS .....	69
4.7.3 Sectorización.....	69

4.7.4 Rendimiento meta en las actividades.....	74
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>80</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>80</b>
5.1 Evaluación de la capacidad de producción del proyecto.....	80
5.1.1 Curva de productividad.....	89
5.2 Trabajo productivo y trabajado NO contributivo .....	91
5.3 Programación maestra .....	125
5.4 Cuentas de control .....	135
5.4.1 Rendimiento en función a los costos .....	135
5.4.2 Rendimiento de la programación basado en un tiempo.....	138
5.5 Rendimiento en el costo .....	143
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>145</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>145</b>
6.1 Discusión de resultados con antecedentes .....	145
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>148</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>149</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>150</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>155</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia .....</b>	<b>156</b>
<b>Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables .....</b>	<b>158</b>
<b>Anexo N°03: Matriz de operacionalización del instrumento.....</b>	<b>160</b>
<b>Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación.....</b>	<b>162</b>
<b>Anexo N°05: Confiabilidad y validez del instrumento.....</b>	<b>166</b>
<b>Anexo N°06: La data de procesamiento de datos .....</b>	<b>173</b>
<b>Anexo N°07: Planos arquitectónicos y de estructuras.....</b>	<b>175</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Perspectiva del proceso de transformación, uso y valor.....	31
Tabla 2. Modelo tradicional vs modelo lean construction.....	34
Tabla 3. Estimación de desperdicios en obras de edificaciones .....	44
Tabla 4. Teoría de la producción y transformación del proceso .....	50
Tabla 5. Clasificación de la eficiencia productiva en mano de obra .....	54
Tabla 6. Operacionalización de variables.....	63
Tabla 7. Costo unitario de una partida de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	82
Tabla 8. Informe semanal del registro de producción de la semana 1.....	83
Tabla 9. Informe semanal del registro de producción de la semana 1 acumulado .....	84
Tabla 10. Informe semanal del registro de producción de la semana 2 acumulado .....	85
Tabla 11. Informe semanal del registro de producción de la semana 3 acumulado .....	86
Tabla 12. Informe semanal del registro de producción de la semana 4 acumulado .....	87
Tabla 13. Informe semanal del registro de producción de la semana 5 acumulado .....	88
Tabla 14. Curva de productividad de la partida de concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	89
Tabla 15. Curva de productividad de la partida de encofrado y desencofrado .....	90
Tabla 16. Curva de productividad de la partida de acero estructural $f'y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> .	90
Tabla 17. Registro de trabajo en partidas de acero sin lean construction.....	94
Tabla 18. Distribución de actividades trabajo productivo.....	95
Tabla 19. Distribución de actividades trabajo contributivo.....	95
Tabla 20. Distribución de actividades de trabajo NO productivo .....	95
Tabla 21. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de acero sin emplear el Lean Construction .....	96
Tabla 22. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador .....	96
Tabla 23. Registro de trabajo en partidas de acero _ aplicando la metodología del lean construction .....	99
Tabla 24. Distribución de actividades trabajo productivo.....	100
Tabla 25. Distribución de actividades trabajo contributivo.....	100
Tabla 26. Distribución de actividades de trabajo NO productivo .....	100
Tabla 27. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de acero al emplear la metodología Lean Construction .....	101
Tabla 28. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador .....	101
Tabla 29. Registro de trabajo en partidas de encofrado _ sin aplicar la metodología del Lean construction .....	105

Tabla 30. Distribución de actividades trabajo productivo.....	106
Tabla 31. Distribución de actividades trabajo contributivo.....	106
Tabla 32. Distribución de actividades de trabajo NO productivo .....	106
Tabla 33. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de encofrado al emplear la metodología Lean Construction .....	107
Tabla 34. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador .....	107
Tabla 35. Registro de trabajo en partidas de encofrado _ sin aplicar la metodología del Lean construction .....	110
Tabla 36. Distribución de actividades trabajo productivo.....	111
Tabla 37. Distribución de actividades trabajo contributivo.....	111
Tabla 38. Distribución de actividades de trabajo NO productivo .....	111
Tabla 39. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de encofrado al emplear la metodología Lean Construction .....	112
Tabla 40. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador .....	112
Tabla 41. Registro de trabajo en partidas de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> sin aplicar la metodología del lean construction.....	116
Tabla 42. Distribución de actividades trabajo productivo.....	117
Tabla 43. Distribución de actividades trabajo contributivo.....	117
Tabla 44. Distribución de actividades de trabajo NO productivo .....	117
Tabla 45. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de concreto sin emplear la metodología Lean Construction .....	118
Tabla 46. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador .....	118
Tabla 47. Registro de trabajo en partidas de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> _aplicando la metodología del lean construction.....	121
Tabla 48. Distribución de actividades trabajo productivo.....	122
Tabla 49. Distribución de actividades trabajo contributivo.....	122
Tabla 50. Distribución de actividades de trabajo NO productivo .....	122
Tabla 51. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de concreto empleando la metodología Lean Construction .....	123
Tabla 52. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador .....	123
Tabla 53. Restricciones clasificación .....	128
Tabla 54. Análisis de las restricciones presentadas en la 1ra semana .....	129
Tabla 55. Análisis de las restricciones presentadas en la 2da semana .....	130
Tabla 56. Análisis de las restricciones presentadas en la 3ra semana .....	131

Tabla 57. Análisis de las restricciones presentadas en la 4ta semana .....	132
Tabla 58. Análisis de las restricciones presentadas en la 5ta semana .....	133
Tabla 59. Porcentaje del plan en el semi sótano en partidas de concreto.....	134
Tabla 60. Valorización ganada de la obra .....	135
Tabla 61. Costos semanales obtenidos según el avance realizado de forma semanal.	137
Tabla 62. Cuadro del costo real de obra .....	138
Tabla 63. Avance de la partida de concreto 210 kg/ cm <sup>2</sup> y las HH por semana. ....	139
Tabla 64. Avance de la partida de concreto 210 kg/ cm <sup>2</sup> y las HH por semana. ....	140
Tabla 65. Avance de la partida de concreto 210 kg/ cm <sup>2</sup> y las HH por semana. ....	142
Tabla 66. Nivel de desviación en el rendimiento .....	143
Tabla 67. Rendimiento meta y real en las actividades de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , encofrado y desencofrado y acero estructural $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> .....	147

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura N° 1. Provincia de Lima - distrito de Magdalena del Mar .....	22
Figura N° 2. Triangulo de metodología lean construcción .....	30
Figura N° 3. Esquema de producción lean construction en un flujo de procesos.....	32
Figura N° 4. Categoría de desperdicios o residuos .....	33
Figura N° 5. Modelo de producción tradicional .....	35
Figura N° 6. Modelo de producción lean construction .....	35
Figura N° 7. Planificación tradicional .....	36
Figura N° 8. Sistema de planificación con el modelo lean .....	36
Figura N° 9- Mapa de flujo en el Lean Construction .....	37
Figura N° 10. Desperdicios de tiempo y recurso en obra .....	39
Figura N° 11. Lean project delivery System.....	40
Figura N° 12. Relaciones lógicas método de redes. ....	42
Figura N° 13. Tiempos Lags.....	42
Figura N° 14. Relación entre eficiencia, productividad y eficiencia. ....	47
Figura N° 15. Proceso de sectorización en las edificaciones.....	51
Figura N° 16. Cronograma tipo tren de trabajo .....	52
Figura N° 17. Plan maestro.....	53
Figura N° 18. Proceso de aumento de productividad .....	56
Figura N° 19. Reducción de costos en construcción por optimización, en consecuencia, representa mayores ganancias para el cliente. ....	57
Figura N° 20. Jr. comandante Jiménez .....	67
Figura N° 21. Sectorización del semi sótano .....	70
Figura N° 22. Sectorización del primer nivel .....	71
Figura N° 23. Sectorización del primer nivel .....	71
Figura N° 24. Sectorización del primer nivel .....	72
Figura N° 25. Sectorización del primer nivel .....	72
Figura N° 26. Sectorización del primer nivel .....	73
Figura N° 27. Sectorización del primer nivel .....	73
Figura N° 28. Presupuesto del sótano al 8vo piso de la edificación .....	74
Figura N° 29. Presupuesto del semi sótano .....	75
Figura N° 30. Presupuesto del primer nivel.....	75
Figura N° 31. Presupuesto del segundo nivel.....	76

Figura N° 32. Presupuesto del tercer nivel .....	76
Figura N° 33. Presupuesto del cuarto nivel .....	77
Figura N° 34. Presupuesto del quinto nivel .....	77
Figura N° 35. Presupuesto del quinto nivel .....	78
Figura N° 36. Presupuesto del quinto nivel .....	78
Figura N° 37. Presupuesto del quinto nivel .....	79
Figura N° 38. Labores de producción en el semi sótano .....	80
Figura N° 39. Presupuesto del semi sótano .....	81
Figura N° 40. Curva de productividad de la partida de concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	89
Figura N° 41. Curva de productividad de la partida de encofrado y desencofrado .....	90
Figura N° 42. Curva de productividad de la partida de acero estructural.....	91
Figura N° 43. Colocación de acero en placas, cimentación y columnas .....	92
Figura N° 44. Resultado de la distribución de trabajo .....	95
Figura N° 45. Índice general de las actividades de una cuadrilla de acero.....	97
Figura N° 46. Resultado de la distribución de trabajo .....	100
Figura N° 47. Índice general de las actividades de una cuadrilla de acero $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> .....	102
Figura N° 48. Partida de desencofrado .....	103
Figura N° 49. Resultado de la distribución de trabajo .....	106
Figura N° 50. Índice general de las actividades de una cuadrilla encofrado .....	108
Figura N° 51. Resultado de la distribución de trabajo .....	111
Figura N° 52. Índice general de las actividades de una cuadrilla encofrado .....	113
Figura N° 53. Partida de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	114
Figura N° 54. Resultado de la distribución de trabajo .....	117
Figura N° 55. Índice general de las actividades de una cuadrilla de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	119
Figura N° 56. Resultado de la distribución de trabajo .....	122
Figura N° 57. Índice general de las actividades de una cuadrilla de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	124
Figura N° 58. Programación maestra del semi sótano al 4to nivel.....	126
Figura N° 59. Programación maestra del 4to nivel al 8vo piso .....	127
Figura N° 60. Restricciones por semana.....	134
Figura N° 61. PPC de las partidas de concreto del semi sótano con respecto al tiempo. ....	135
Figura N° 62. Curva S del valor ganador.....	136

Figura N° 63. Costo real de la obra Curva “S” .....	138
Figura N° 64. Curva “S” de HH del personal por semanas .....	139
Figura N° 65. Curva “S” de las partidas de concreto armando avanzadas .....	140
Figura N° 66. Curva “S” de HH del personal por semanas .....	141
Figura N° 67. Curva “S” de partidas de encofrado y desencofrado avanzado .....	141
Figura N° 68. Curva “S” de HH del personal por semanas .....	142
Figura N° 69. Curva “S” de HH del personal por semanas .....	143
Figura N° 70. Valor ganado (EV) – Valor planificado (VP) .....	144

## RESUMEN

La investigación se planteó como problema general: ¿Cuál es el resultado de la evaluación de la productividad mediante la filosofía Lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares?, el objetivo general fue: Establecer el resultado de la evaluación de la productividad mediante la filosofía Lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares, para esto se planteó la hipótesis general como: La productividad se incrementa debido a que se reducen las pérdidas productivas de la construcción mediante el uso de la filosofía Lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares. La investigación utilizará el método científico, el tipo de investigación será aplicada, el nivel es descriptivo y el diseño será no experimental; la población corresponde a La población corresponde la construcción de las viviendas ubicada en el Jr. comandante Jiménez, y la avenida Javier Prado en el distrito de Magdalena.; la muestra de acuerdo al método no probabilístico o intencional corresponde a la construcción de la vivienda ubicada en el Jr. comandante Jiménez N° 188-192, ubicada en la avenida Javier Prado en el distrito de Magdalena; producto de la investigación se concluyó que: La productividad se incrementa significativamente mediante el uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado en la vivienda multifamiliar mostrándonos así un % Acum= 86. 03% dentro de las tres primeras semanas, en tanto los valores mostrados en la planificación del proyecto era un % Acum= 79. 72% mostrando así una un aumento en la productividad del 6. 31%. Esto al mejorar el rendimiento de los trabajadores tomando medidas correctivas en las actividades.

**Palabras clave:** Lean construction, trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo.

## ABSTRACT

The research was raised as a general problem: What is the result of the evaluation of productivity through the Lean construction philosophy in items of reinforced concrete in multifamily homes? The general objective was: Establish the result of the evaluation of productivity through the Lean construction philosophy in reinforced concrete batches of multi-family homes, for this the general hypothesis was raised as: Productivity increases because productive construction losses are reduced through the use of the Lean construction philosophy in reinforced concrete batches of multi-family homes. The research will use the scientific method, the type of research will be applied, the level is descriptive and the design will be non-experimental; the population corresponds to The population corresponds to the construction of the houses located in Jr. Comandante Jiménez, and Javier Prado avenue in the district of Magdalena.; the sample according to the non-probabilistic or intentional method corresponds to the construction of the house located at Jr. Comandante Jiménez No. 188-192, located on Javier Prado avenue in the Magdalena district; As a result of the investigation, it was concluded that: Productivity increases significantly through the use of the lean construction philosophy in reinforced concrete items in multifamily housing, thus showing us a % Accumulation = 86.03% within the first three weeks, while the Values shown in project planning were % Accum= 79.72% thus showing an increase in productivity of 6.31%. This by improving the performance of workers by taking corrective measures in the activities.

**Keywords:** Lean construction, productive work, contributory work and non-contributory work.

# INTRODUCCIÓN

La presente tesis con título: “Evaluación de la productividad mediante la filosofía Lean Construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares”, viene a formarse a partir de una problemática por una baja productividad en obra y un gasto mayor en las actividades llevadas a cabo para su construcción.

La productividad en obra es una forma de medir el trabajo que se hace con relación al tiempo y a la calidad en beneficio del cliente. De tal manera buscar una metodología para mejorar la productividad representa un gran avance en la industria de la construcción, buscando la facilidad de aplicación para todos los proyectos y que tengan resultados notables.

La filosofía Lean construction es una metodología basada en aumentar la productividad eliminando los desperdicios en la construcción y tiempos muertos, de esta forma se mejora la productividad en el trabajo logrando ejercer un mejor control en las actividades a realizar como en el personal.

De esta forma se implementará la filosofía lean construction en el proceso de construcción de una vivienda en las partidas de concreto, evaluando el aumento de la productividad.

La tesis está organizada en capítulos para una mayor comprensión y análisis de las variables:

**El capítulo I.** - En este capítulo se presenta el planteamiento del problema, el problema general, de los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos de la investigación, la justificación y las limitaciones de la investigación.

**El capítulo II.** - En este capítulo se muestra los antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, así como el marco teórico, las bases teóricas, definiciones conceptuales, formulación de hipótesis.

**El capítulo III.** En este capítulo se detalla la hipótesis general y específica, seguida de las variables tanto independiente como dependiente y para finalizar se da a conocer la definición conceptual y operacional de las variables.

**El capítulo IV.** - En este capítulo se viene a desarrollar la metodología de la investigación, se presentan y conceptualizan las variables.

**El capítulo V.** - Este capítulo presenta los resultados obtenidos en el laboratorio y el proceso de cálculo para el análisis de datos.

**El capítulo VI** - Se realiza la discusión de resultados obtenidos con resultados obtenidos por otros investigadores citados en los antecedentes.

Bach. Silva Vásquez, Jesús Mitchel

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### **1.1. Descripción de la realidad problemático**

Uno de los problemas al final de todo proyecto de construcción es la insatisfacción de quien encargó su desarrollo, por sobrecostos, retraso en los plazos, calidad insuficiente y condiciones de uso inferiores a las requeridas. En la mayoría de casos, no se piensa desde un inicio en el impacto que genera la operación. Al no tenerlo presente, se obvia el desembolso del 80 %, en promedio, del dinero del ciclo proyecto y operación de la infraestructura, que genera pérdidas muy costosas de resarcir luego de superada la etapa del planeamiento Cabrera, (2018).

Algunas variables no valoradas habitualmente en la construcción son: la disponibilidad de existencias por parte de los proveedores, la indefinición de diseños y requerimientos, los problemas de disponibilidad de mano de obra, los problemas administrativos o los rendimientos incorrectamente estimados. Esto impide el desarrollo normal de los trabajos y provoca constantes interrupciones, afectando a la productividad de las actividades y al cumplimiento de plazos Alarcon & Pellicer, (2009).

Existe la necesidad de mejorar el proceso de planificación de los proyectos y en la actualidad muchas empresas a nivel mundial están aplicando una nueva metodología llamada Lean construction en sus proyectos, pero es necesario

mostrar cuáles son sus beneficios y como su aplicación puede impactar positivamente en la ejecución de los mismos, y por esta razón se quiere mostrar mediante la elaboración de este trabajo de grado cómo con algunas mejoras tendremos proyectos más rentables, colaboradores comprometidos y clientes satisfechos.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el resultado de la evaluación de la productividad mediante la filosofía Lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo se viene dando el trabajo productivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares?
- b) ¿Cuál es el trabajo no contributivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares?
- c) ¿Cómo es el rendimiento en obra con uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares?

## **1.3. Justificación de la investigación**

### **1.3.1. Justificación práctica**

Según Méndez Álvarez (2020), es aquella que permite resolver un problema real mediante estrategias que contribuyen a su resolución. Buscando mejorar procesos mediante nuevas tecnologías y procesos.

La justificación práctica nos permitirá evaluar la productividad del personal en las partidas de concreto armado en las viviendas multifamiliares en base a la metodología lean construction.

### **1.3.2. Justificación científica**

La justificación científica tiene como propósito el análisis de información, llegando a generar así un debate académico sobre conocimientos existentes contrastando resultados acerca de la información. Méndez, (2012)

En la presente tesis se empleará la metodología lean construction para mejorar el rendimiento en las partidas de concreto armado en viviendas multifamiliares.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

La justificación metodológica viene basada en nuevas estrategias y métodos para procesar información válida y confiable, por procesos comprobados que faciliten los procesos de búsqueda de información real. Fernández Bedoya, (2020)

En la presente investigación se propondrá una metodología de evaluación mediante la herramienta lean construction para lograr mejorar la productividad en construcción de estructuras civiles.

## **1.4. Delimitación de la investigación**

### **1.4.1. Delimitación espacial**

La investigación se desarrolla en el Jr. comandante Jiménez N° 188 - 192; a una cuadra de la Av. Javier Prado, en la urbanización Orbea distrito de Magdalena del Mar, región Lima.



Figura N° 1. Provincia de Lima - distrito de Magdalena del Mar

Fuente: DePeru.com, (2022)

#### 1.4.2. Delimitación temporal

La investigación se vendrá a ejecutar entre los meses de octubre a enero del 2019.

### **1.4.3. Delimitación económica**

Los gastos que se incurrió para desarrollar la presente investigación fueron cubiertos en su totalidad por el bachiller

## **1.5. Objetivos de la investigación**

### **1.5.1. Objetivo general**

Establecer el resultado de la evaluación de la productividad mediante la filosofía Lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Evaluar el trabajo productivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.
- b) Determinar el trabajo no contributivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.
- c) Identificar el rendimiento en obra con uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Maldonado Uría, (2018), expone la tesis planteada en pregrado **titulado:** “Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos en el proyecto de vivienda el nuevo rancho, Surco, Lima”, fijando como **objetivo general:** Mostrar los resultados a nivel general de un proyecto de edificaciones aplicando las herramientas lean construction, identificar las herramientas usadas y mostrar los resultados obtenidos en el proyecto, usando **la metodología:** con un método científico, de tipo aplicativo y un diseño no experimental, obteniendo como **resultados:** en la medición de la productividad mediante una aplicación de la carta balance indicando una labial en TP: 61%, Tc: 30% y TNC: 9%, mostrando que el uso de la filosofía lean construction en el trabajo de cuadrillas llega a traducirse en tiempos de mérito mejorando la productividad, y finalmente **concluyó:** Mencionando los grados de PPC en el proyecto son de 84. 34% lo que demuestra el grado de confiabilidad de la programación propuesta según los niveles obtenidos por el Last Planner System, reduciendo de manera considerable los efectos de variabilidad del proyecto cumpliendo con los plazos establecidos,

Mengoa Flores, y otros, (2018), muestran la tesis planteada en pregrado **titulado:** “Análisis de la productividad de los procesos constructivos aplicando filosofía lean construction para obras civiles de gran minería”, fijando como **objetivo general:** Análisis de la productividad con la aplicación de la filosofía lean en obras civiles en gran minería, caso: truck shop SMCV, usando la **metodología:** científica, de diseño no experimenta, tipo aplicativa de nivel descriptivo obteniendo como **resultados:** En algunas etapas de la construcción se presenta que las actividades se aceleran hasta en 20 días, pero en la etapa final por complicaciones de fenómenos no previstos se avisa un retraso en el tiempo de entrega por lo que fue necesario un reajuste sin afectar la fecha de entrega, llegando así a cumplir la metas gracias a filosofía lean construction, y finalmente **concluyó:** Que el uso de la herramienta lean construction llega a garantizar el cumplimiento de los plazos de obra, mejorando la productividad, esta es una herramienta que ayuda en el monitoreo de las partidas y su implementación no conlleva ningún coste.

Arenas Ortega, (2018), muestran la tesis planteada en pregrado **titulado:** “Mejora de la gestión en obra de especialidad de estructuras en la aplicación del lean construction”, fijando como **objetivo general:** Mejorar la Gestión en obra de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S. A. C mediante el empleo del “lean construction”, usando la **metodología:** basada en un diseño no experimenta, de nivel descriptivo y de tipo aplicada, obteniendo como **resultados:** La pérdida de tiempo con trabajos no contribuidos (TNC) llegan a ser perdidas y desperdicios generados en la obra el empleo de la herramienta lean construction ayudaron a disminuir las horas hombre presentando una influencia de 20%, 50% y 60% mejorando los costos en comparación al costo proyectado, y finalmente **concluyó:** Que la metodología lean construction mejoro la gestión del proyecto durante el proceso de planificación, ejecución y seguimiento en la empresa Masedi Constratistas Generales S. A. C, influyendo en los costos, afectando el tiempo de programación y mejorando el resultado de los proyectos.

Arevalo Vidal, (2018), expone la tesis de postgrado **titulado:** “Implementación de la metodología lean construction en la productividad de la construcción del proyecto casa club recrea las magnolias - Breña”, fijando como **objetivo general:** Determinar la influencia significativa de la implementación de la metodología

lean construction para mejorar la productividad en la construcción del proyecto casa club recrea Las Magnolias. , usando la **metodología:** De tipo aplicada, diseño experimental, nivel descriptivo, obteniendo como **resultados:** Al realizar un análisis e interpretación con 17 datos se demuestra que hay una mejora en la productividad de la construcción del proyecto casa club la Magnolias-Breña al implementar la metodología Lean Construction, y finalmente **concluyó:** Que el sector de la construcción cada año que pasa viene a mejorar con la innovación e información por lo que implementar la filosofía lean construction es una base para la industrialización y mejora de la productividad en la construcción.

Llenera Villacrez, (2019), presento la tesis de pregrado **titulado:** “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”, el cual fija como **objetivo general:** Implementar la metodología lean construction para una mejora de la productividad en la construcción multifamiliar del edificio Liberty. , usando la **metodología:** Aplicativa de nivel descriptivo y de diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Que de acuerdo a lo analizado se deduce que los el mayor tiempo de perdida llega a darse en los viajes, el traslado de material y el tiempo de ocio alcanzando a ser la principal fuente de pérdida de tiempo, y finalmente **concluyó:** Mencionando la aplicación constante en el seguimiento con la metodología lean construction en la obra de edificación se presenta un incremento en la productividad, además se obtiene un ahorro en el presupuesto de 4. 64 % y un acabado pulido de losa de 4. 46% en el presupuesto de la meta.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Brioso Lescano, (2018), presento la tesis doctoral **titulado:** “El análisis de la construcción sin pérdidas (lean construction) y su relación con el Project & Construction Management: propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación”, el cual fija como **objetivo general:** Regular la figura de la construcción sin pérdidas (lean construction ) dentro de la Ley de ordenación de la edificación (LOE), empleando la **metodología:** Basada en un nivel descriptivo, de tipo aplicada, método científico y con un diseño no experimental, obteniendo como resultado: Mediante el ISO 21500 se compatibilizan los diversos sistemas la no especificación y adaptación de procesos que se pueden realizar de

manera flexible, en secuencia cronológica en los programas Construction Manger y Project, y finalmente **concluyó:** Que la compatibilización de las herramientas técnicas y prácticas de la filosofía lean construction y de los sistemas de gestión se usan en la construcción tales como PMI, el PRINCE2, que pueden iniciar a través de la ISO 21500 siendo la oportunidad más clara de investigación llegándose a desarrollar en el más breve plazo.

Villamizar Roa, y otros, (2018), presento la tesis sustentada en pregrado **titulado:** “Implementación de los principios de lean construcción en la constructora Colproyectos S. A. S de un proyecto de vivienda en el municipio de Villa de Rosario”, el cual fija como **objetivo general:** Implementar la metodología de lean construcción en la obra ARBORETTO de la constructora Colproyector S. A. S ubicada en el municipio de villa de Rosario, aplicando el Last Planner (ultimo planificador ) y el layout, empleando la **metodología:** Experimental de tipo aplicada y de nivel descriptivo, obteniendo como **resultado:** En la actividad de mampostería se obtuvieron gastos donde los gastos de material eran elevados llegando a S/ 11´131. 390 y al pasar 2 meses con una mejor optimización se obtuvo S/2´980. 200, y finalmente **concluyó:** Que al implementar la metodología de lean construction se obtuvieron datos que facilitaron y mejoraron las actividades relacionadas con el control de procesos, así como la productividad de obra.

Garcia Giaz, (2018), expone la tesis de pregrado **titulada:** “Aplicación de la metodología lean construction en la vivienda de interés social”, el cual fija como **objetivo general:** Mostrar cómo se puede desarrollar un proyecto de vivienda de interés social bajo la metodología lean construction desde su fase de planeación hasta su liquidación, teniendo como base los documentos existentes y los lineamientos dados por el Lean Construction Institute, basándose en una **metodología:** Aplicada, de nivel explicativo- descriptivo, obteniendo como **resultado:** que mediante el empleo de técnicas sencillas de control como el sistema lean construction pretende hacer que el proceso constructivo sea más industrializado creando así productos de mejor calidad y satisfagan a los clientes y finalmente **concluyó:** Mencionando que la metodología lean construction permite organizar estas etapas del ciclo productivo de manera secuencial para organizar proyectos en las diferentes etapas.

Parra Rodríguez, y otros, (2019), muestra la tesis sustentada en pregrado **titulado:** “Diseño de metodología lean construction bajo lineamientos gerenciales para la

optimización de recursos en la empresa Ardisek”, el cual fija como **objetivo general:** Estructurar un diseño gerencial mediante la metodología lean construction y la guía PMBOK 6 ED, para la ejecución de los proyectos en la empresa ARDISEK”, empleando la **metodología:** de nivel descriptivo, con diseño no experimental, tipo aplicada y método científico, obteniendo como **resultado:** La implementación de los planes se realizó a través de cuestionarios y entrevistas, un estudio de antecedentes existentes de uso de la metodología lean construction, análisis de documentación estadística y literal una verificación de expertos de las técnicas existentes, y finalmente **concluyó:** Que el éxito de las actividades planeadas en ARDISEK es dado por la implementación de los formatos y la capacitación del personal con el fin de aumentar la competitividad y mejorar procesos.

Gualdrón Quiroga, y otros, (2020), expone la tesis de pregrado **titulado:** “Proceso con la metodología lean construction para proyectos de vivienda social en fase de estructura”, el cual fija como **objetivo general:** Proponer un proceso para la implementación de la metodología lean construcción en proyectos vivienda de interés social mediante el estudio de oportunidades de mejora en la fase de estructura del proyecto “La Senda”, empleando la **metodología:** Experimental de tipo aplicada y de nivel descriptivo, obteniendo como **resultado:** Se identificó y genero un canal para mejorar la comunicación y reconocer con acciones sencillas como ubicar el acero de manera correcta para eliminar tiempo de trasiego mostrando avances en el proyecto, y finalmente **concluyó:** Que en la fase de recolección de datos la información del estado actual de los procesos constructivos se observan conjunto de acciones que provocan la pérdida de tiempo y la metodología lean construction nos ayuda a mejorar y evitar estos tiempos.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Lean construction

El lean construction viene a ser una filosofía que viene a adaptarse al lean production referente al sector de la producción teniendo como finalidad el aumento de la productividad sin alcanzar a descuidar la calidad. (Torres Urrunaga, 2018)

También conocida como construcción sin perdidas aplicando la gestión de producción en la industria de la construcción, esta es una producción compuesta por flujos y conversiones para el producto basada en parámetros de control.

El lean construction viene a ser una herramienta para mejorar la productividad y cálidas. Este método de fabricación con políticas, es una filosofía de administración general. Esta filosofía se caracteriza por:

- Trabajo y producción en equipo
- Permanente comunicación
- Manejo de recursos de forma eficiente
- Mejoramiento de la productividad
- Uso de diagrama causa – efecto
- Reducción en los costos de construcción y duración de la obra
- Implementación de nuevas tecnologías para la mejora de las actividades

#### **2.2.1.1. Antecedentes históricos**

Los primeros trabajos de aplicación con la metodología lean construction tienen un origen en Japón en el año 1950 con un denominado Toyota production system (TPS) por lo que a finales de los años 80 un conjunto de investigadores con denominación (Massachusetts institute of technology) llegan a indagar en el tema dándole una nueva denominación de lean manufacturing o lean production, llegando de esta forma a ser en la industria basándose en la reducción de desperdicio como la sobre producción, tiempo de espera, etc.

En el Perú en la filosofía lean construction viene a ser limitado, teniendo como referencia el primer uso el año 2011 con la finalidad de mejorar el profesionalismo y la eficiencia de la construcción, de esta manera iniciando con una difusión académica y el inicio de unidades investigadoras sobre la aplicación de este tema.

#### **2.2.1.2. Filosofía lean construction**

El lean construcción instituto viene a definir al lean construction como una filosofía que busca reducir o eliminar las actividades que consumen tiempo y llevan a un desperdicio de este buscando optimizar, mejorar el tiempo evitando estos tiempos vacíos. (Torres Urrunaga, 2018)

#### **2.2.1.3. Pensamiento lean**

La filosofía Lean viene basado en 5 principios fundamentales:

- Precisa el valor de cada proyecto
- Identificar el flujo de valor en el proyecto

- El valor fluye sin interrupciones
- El cliente participa en la identificación de valor
- Busca la perfección



Figura N° 2. Triángulo de metodología lean construcción

Fuente: Resistencia al cambio en la construcción: Como sostener la implementación de Lean Construction, por Alarcón Cardenas, (2018)

Se ve el valor de cada proyecto desde la perspectiva de cada cliente de esta forma dividiendo los procesos y actividades en tres categorías: Aquellas que crean valor, las que no generan valor, pero llegan a ser necesarias y las que no crean valor y no son necesarias. (Lean Construction - LC bajo pensamiento Lean, 2016)

Al identificar el flujo de valor facilitando conocer el valor que el usuario final estaría dispuesto a pagar por un producto. El flujo de valor viene a ser conformada por las actividades que deben ser completadas para la entrega de servicio.

Permite que el flujo de valor avance sin interrupciones por lo que las actividades se pueden realizarse rápidamente minimizando rápidamente, logrando mantener un proceso continuo en la producción.

#### 2.2.1.4. Beneficios de la implementación del lean construction

La aplicación de la metodología Lean construction presenta resultados altamente favorables para la industria de la construcción en diversos campos económicos, sociales y ambientales. De esta forma se muestran las repercusiones económicas que se obtuvieron en diversas obras. (Evalore, 2019)

- Se presentó una reducción del 10% en el presupuesto y alrededor del 20 % en plazo de ejecución de obra en diversos lugares.
- La productividad por parte de la mano de obra aumenta según lo muestra la empresa Bolt Construction que mostro una reducción del 24 a 7 hm por elemento instalado expuesto en el informe Mc Graw Hill Construccion (2013), además los gastos en personal disminuyen.
- Hay una menor variación en el cambio de órdenes y pedidos al estar previstos y considerados desde el principio.
- El número de reclamos y demandas disminuyen por evitar la improvisación y la incertidumbre del resultado final de la obra.

### 2.2.1.5. Principios de la metodología lean construction

La filosofía de lean construction propone el uso de los siguientes principios para la correcta administración de actividades.

- Disminuir la variabilidad
- Reducir el periodo de los ciclos
- Disminución de pasos y procesos que no contribuyen en el trabajo
- Mejoramiento continuo de los procesos
- Reducción o eliminación de procesos que aporta valor
- Incremento de las consideraciones sistemáticas de requerimientos del cliente.

Tabla 1. Perspectiva del proceso de transformación, uso y valor.

	Prospectiva de conversión	de	perspectiva de flujo	de	Generación de valor
Conceptualización de la producción	Transformación de inputs en outputs	de	Flujo material de transformaciones, de transportes.	de inspección	El valor del producto varía según la satisfacción del cliente
Principios principales	Producción en forma eficiente		Eliminación de actividades que no agregan valor		Eliminación en la pérdida de valor
Prácticas y métodos	WBS, OBS, MRP		Mejoramiento continuo en la producción		Despliegue de función de calidad
Contribución practica	Cuidado de las acciones	de las	Evitar las actividades innecesarias		
Aplicación de practicas	Task Management		Flow Manegament		Value Management

Fuente: “Exploration towards a production theory and its application to construction”, por Koskeal, (2000)

### 2.2.1.6. Uso de la filosofía lean construction en la construcción

En el campo de la construcción los principales que vienen a presentarse son la programación de actividades poco confiables, erradas, con desperdicios de tiempo y una fácil vulnerabilidad al entorno. Por este motivo metodologías para mejorar los problemas de administración general de proyectos llegando así a una solución en el año 1992 por parte del ingeniero lauri koskela irlandés planteando el uso de la filosofía lean production en la construcción de reformula los conceptos de control y planificación en obras proponiendo así una nueva filosofía de control en la producción.

El lean construction se viene a enfocar en tres procesos con el objetivo de aumentar la eficiencia:

- Transformación: Reduce y elimina los flujos de recorrido de materiales completan hasta la instalación en la obra.
- Planificación: se diseñan criterios y estrategias para alcanzar los objetivos en el proyecto.
- Control: Las actividades se realizan en las secuencias previstas.

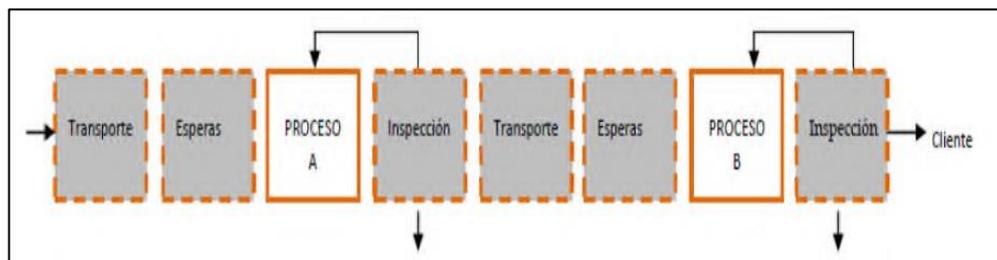


Figura N° 3. Esquema de producción lean construction en un flujo de procesos

Fuente: “Aplicación de "Lean Construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica- 2017”, por Quispe Mitma, (2017)



Figura N° 4. Categoría de desperdicios o residuos

Fuente: “Metodología de Lean Construction: desperdicios y pérdidas”, por Evalore, (2019)

### 2.2.2. Gestión de proyecto

El sistema de lean construction viene a concretarse con el modelo de gestión LPDS o más conocido como sistema de entrega de proyectos lean el cual tiene como objetivo desarrollar el mejor camino posible para diseñar y construir infraestructuras.

El LPDS viene a abarcar todo el ciclo de elaboración de un proyecto desde la fase inicial hasta culminación y entrega del mismo. Esta metodología propone la gestión de los proyectos de construcción en base a catorce modulo y cinco fases basadas en técnicas que tienen el objetivo de maximizar el valor para el cliente minimizando las pérdidas en el proceso de construcción. Porrás Diaz, y Otros (2014)

Para que esta metodología funcione de manera correcta se debe de mostrar una iniciativa de mejora continua de la producción para que al implementar la filosofía lean funcione de manera correcta lleguen a mejorar la calidad, seguridad y eficiencia en los proyectos. (pág. 7)

### 2.2.2.1. Modelo tradicional VS modelo lean construction

Tabla 2. Modelo tradicional vs modelo lean construction

	Lean construction	Modelo tradicional
Sistema operativo	Pull sistem	Push sistema
	Last Planner System	Camino critico
	Centrar el sistema de producción	Focalizar transacciones y contrato
	Transformación, generación de valor y flujo de valor	Transformación de información y procesos
	Ejecución responsable de actividades en último momento	Actividades ejecutadas lo más antes posible
Términos comerciales y acuerdos	Promover, fomentar y apoyar el intercambio de información	Asigna, fomenta el esfuerzo unilateral y transfiere el riesgo
Riesgo	Riesgo colectivo	Riesgo individual
Comunicación	Medición digital y virtual BIM (3, 4, 5 dimensiones)	Basada en anotaciones, analogías
Proceso	Seguro, lineal e inequívoco	Multinivel y concurrente

Fuente: Pons, J. (2014)

La filosofía Lan construction viene a ser una nueva forma de concebir la producción en base a pasos establecidos que al ser implementados en la gestión de proyectos constructivos las herramientas son aplicaciones en los principios teóricos. Porras Diaz, y Otros (2014)

Para su implementación de lean construction siendo necesario iniciar el compromiso de tener cultura de mejora tanto en eficiencia y en calidad del proyecto basándose en:

- Reducción y eliminación de actividades que no contribuyen en el proyecto
- Incremento en el valor de producción
- Reducción de la variabilidad
- Reducción del ciclo de actividad.

De esta forma se cambia el modelo de producción tradicional con un nuevo modelo de optimización de la productividad a lo largo del proceso de construcción.



Figura N° 5. Modelo de producción tradicional

Fuente: Orihuela, Pable (2013). Lean construction en el Perú

La planificación tradicional en un método de ruta no controla la variabilidad del entorno. De otro lado la metodología Lean agrega un componente en el control de producción la que funciona como mecanismo. (pág. 6)

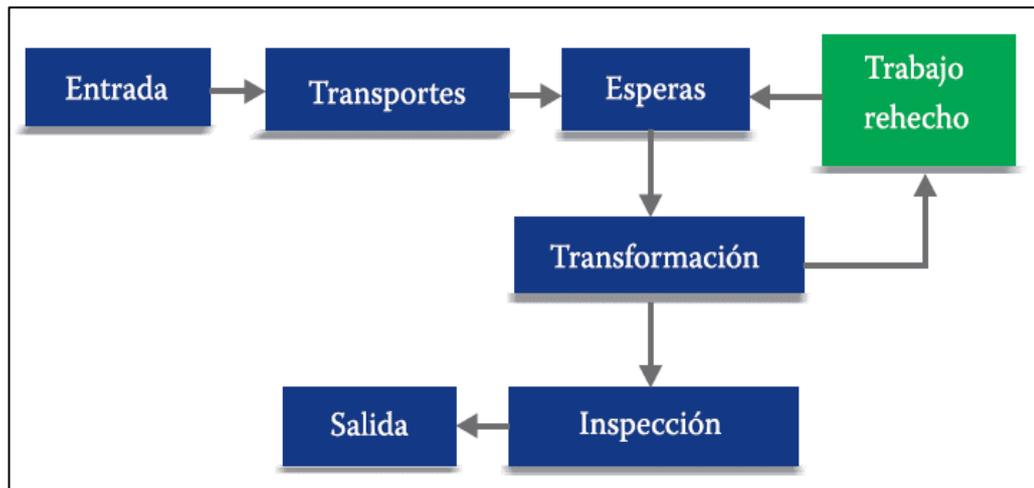


Figura N° 6. Modelo de producción lean construction

Fuente: Lean construction en el Perú, por Orihuela, Pable (2013).

### a) Proceso de planificación

El esquema tradicional de planificación y producción viene a ser poco adecuado para contrarrestar incertidumbres y variabilidad en la construcción, al encontrarnos con actividades no planificadas.

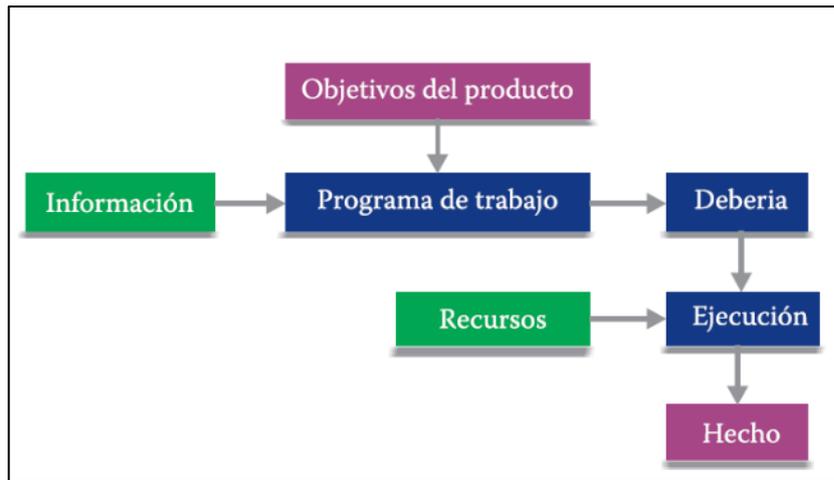


Figura N° 7. Planificación tradicional

Fuente: Alarcón L. (2013). Un nuevo enfoque en la gestión: construcción sin pérdidas

Al modificar este proceso y el control en obra se mejora la confiabilidad en la planeación y un incremento en el desempeño de la obra seleccionando actividades que pueden hacerse teniendo una plena confianza. (pág. 9)



Figura N° 8. Sistema de planificación con el modelo lean

Fuente: “Application of the new production philosophy and construction, por Koskela”, L (2013).

### 2.2.3. Mapas de flujo de valor como herramienta de la filosofía Lean Construction

Los mapas de flujos de valor son un método de diagrama de flujo empleado para analizar y mejorar los pasos necesarios para entregar un producto o presentar un proceso de construcción. Este como un proceso de la

metodología Lean verificando así el flujo de los pasos del proceso Lean Construction verificando así el flujo de los pasos del proceso y la información desde el origen hasta realizar la entrega al cliente. Este método al igual que otros diagramas de flujo emplean un sistema de símbolos para llegar a representar diversas actividades del trabajo y los flujos de información. En este punto se presenta en un mapa en función a su importancia y si aumentan el valor de la construcción siendo actividades que contribuyen en la construcción. Muñoz Pérez y otros, (2020)

Es importante tener en cuenta los agentes externos del proceso. Esto debido a que los clientes ya sea externos o internos, les importa el valor del producto final y no los esfuerzos que fueron necesarios para lograr esta meta. Los mapas de flujo del proceso actual para luego mejorar este proceso describiendo un estado futuro ideal. Muñoz Pérez y otros, (2020)

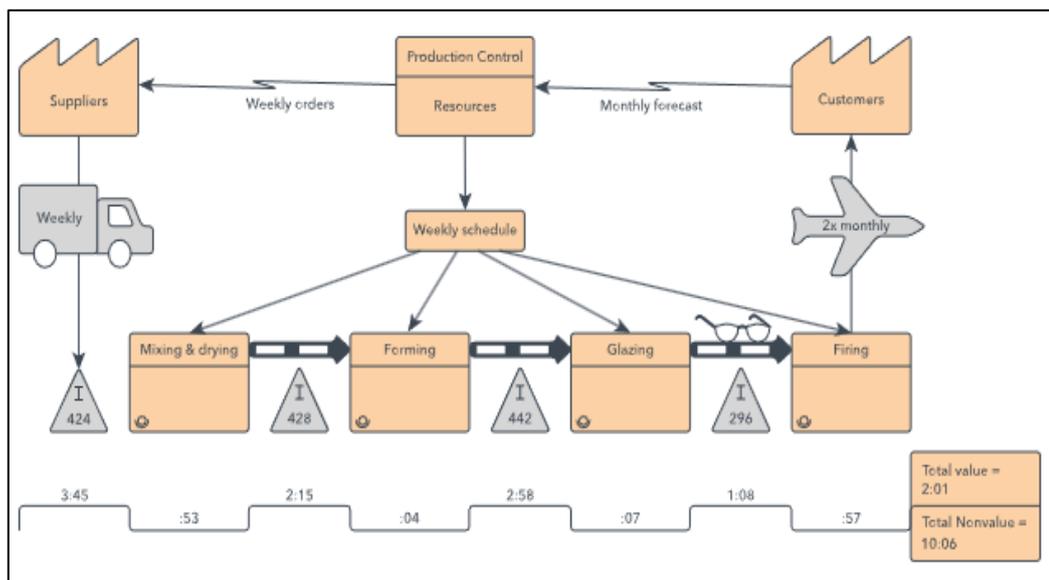


Figura N° 9- Mapa de flujo en el Lean Construction

Fuente: “Beneficios de la aplicación de Lean constructivo en la industria de la construcción, 2020)”, por Muñoz Pérez y otros, (2020)

#### 2.2.4. Gestión de tiempo

La gestión del tiempo conlleva un conjunto de procesos necesarios para lograr concluir el proyecto. De esta forma la gestión del tiempo en un proyecto viene a incluir lo siguiente. Nina Ticona, (2019 pág. 37)

- Desarrollo de la gestión de un cronograma.
- Identificar actividades específicas que se deben de realizar para la producción de entregables en el proyecto
- Adaptar una secuencia de actividades entre actividades del cronograma.
- Identificar los recursos de las actividades estimado en cantidad y recursos necesarios para realizar la actividad del cronograma.
- Estimar el periodo necesario para la culminación de cada actividad.
- Desarrollar un cronograma para un seguimiento de las actividades, la duración, los requisitos y restricciones presentadas en el programa.
- Control del cronograma para ver los cambios que se puedan suscitar.

#### **2.2.4.1. Desperdicio en obra según lean construction**

El lean construction vienen a fundamentarse con una construcción sin perdidas tomando como centro de atención los intereses del cliente de esta forma focalizado la totalidad de los recursos: humanos, materiales y económicos basándose así en conceptos claves de cliente valor y desperdicio.

- El cliente llega a presentarse desde el inicio hasta el fin del proceso, en este proceso vienen a intervenir un cliente interno como un consumidor final del producto que al aportarle el producto o servicio como la calidad, tiempo y calidad conforman parte del proceso, proceso de creación de valor.
- El desperdicio es aquella acción que consume recursos y no genera valor adicional en el cliente ni en el proyecto ni aporta de ninguna forma en este proceso, por lo que son conocidos como tiempos improductivos. Bajo esta situación si se desea optimizar los recursos se debe ser eficaz agregando un valor máximo y aumentar la eficiencia mejorando así la productividad.



Figura N° 10. Desperdicios de tiempo y recurso en obra

Fuente: “Desperdicio en Lean Construction”, por Lean Construction Mexico, (2021)

El desperdicio se presenta en diversas formas y en distintas etapas del proceso constructivo según (Lean Construction Mexico, 2021):

- **Sobreproducción:** En este conjunto se encuentran las actividades y recursos que son generados en exceso antes de que aparezca la necesidad de usarlos y en cantidades mayores a lo necesario lo que viene a generar un desequilibrio en el cronograma llegando al almacenamiento y pérdida de materia prima.
- **Transporte:** El traslado de los materiales, equipos y recurso necesarios para la ejecución de partidas a destiempo o en periodos inadecuados manifiesta una mala planificación y en la distribución de espacios con el riesgo de generar pérdidas.
- **Sobre procesamiento:** Se refiere al trabajo innecesario de generar una calidad más alta de lo que se necesita o requiere el cliente por lo que se invierte más tiempo y descuidan las demás partidas, por lo se debe de evitar la repetición innecesaria de procesos y acciones.
- **Inventario:** En este punto se toma en cuenta una acumulación en exceso de productos y materia prima que no se están usando ya sea por un mal cálculo o irresponsabilidad del encargado llegando en ocasiones a volverse obsoleto provocando pérdidas, desperfectos en elementos y altos costes económicos.

### 2.2.4.2. Implementación de la filosofía lean construction

El sector de la construcción viene a depender del entorno variante por lo que se requiere un conjunto de herramientas las que se usan de forma independiente o de forma conjunta.

#### a) Lean project delivery system (LPDS)

Esta es una de las metodologías de trabajo usadas por parte del lean construction fundamentada en un proceso de colaboración integral facilitando la alineación de los objetivos de los agentes involucrados, así como los recursos y restricciones durante el proyecto y el periodo de diseño.

Tanto en la etapa de suministro, ejecución y el mantenimiento viene a representar como el proceso constructivo del proyecto los que generan valor por lo que tienen que ser considerados en la concepción del proyecto. (Evalore, 2019)

Esta metodología se basa en cinco fases y 11 etapas con un desarrollo práctico que vienen a controlarse con un módulo de aprendizaje continuo de los errores cometidos en cada una de las etapas.

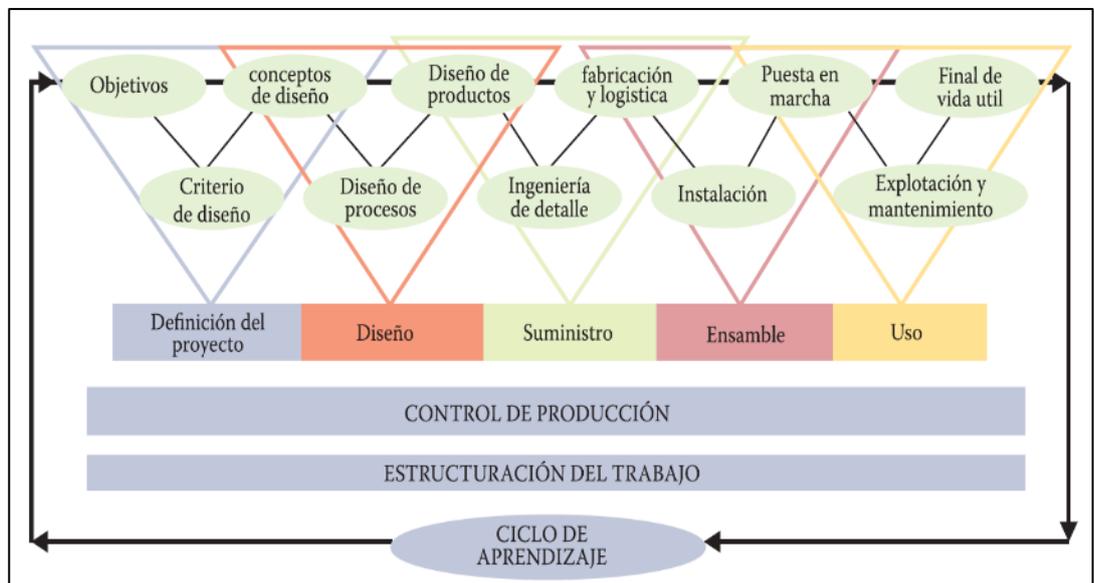


Figura N° 11. Lean project delivery System

Fuente: “Ciclo de aprendizaje referente a la metodología Lean Construction, por Porras Diaz, y otros (2014)

Este es un diseño diferente al sistema tradicional por que desarrolla el proyecto en fases completas y pretende la solución de problemas. Por lo general en un sistema tradicional los diseñadores plantean diseños

sin saber los requerimientos y necesidades del cliente, por este motivo en la etapa de construcción arreglar este tipo de errores conlleva tiempo y gasto de material y presupuesto. Porras Diaz, y otros (2014)

**b) Ejecución integrada al proyecto (IPD)**

El IPD es el conjunto de hechos que fijan como objetivo la gestión del sistema entre prácticas empresariales y personas involucradas aprovechando así el talento y los puntos de vista con el propósito de optimizar los resultados, mejorando los resultados, disminuyendo los desperdicios e incrementando la eficiencia durante el proceso. (Evalore, 2019)

Esta se basa en una alta colaboración con el cliente, el proyectista y con el contratista del principio del diseño hasta el uso del edificio, por lo que enfoca sus objetivos en mejorar del uso de recursos mejorando el acorte de actividades innecesarias.

**c) Last Planner System**

Este llega a ser uno de los métodos en el control de producción en los que trabaja el lean construction para generar un flujo de trabajo fiable y un rápido aprendizaje. Integrando así el planning con prácticas ideales y factibles que se implementaran durante este proceso. (Evalore, 2019)

Estas consideraciones se toman en cuenta a la hora de preparar el plan de la obra y la asignación de las responsabilidades.

**2.2.4.3. Planeación de la gestión del cronograma**

Se debe de realizar una definición de las actividades que se van a realizar mediante un cronograma en unidades de trabajo con la cual se identificara y documentara el trabajo realizado de manera periódica. (Nina Ticono, 2019)

Una actividad viene a ser una pieza de trabajo que está establecida en un tiempo que no siempre requiere personal, esta viene ordenado en paquetes de trabajo con el objetivo de ejecutar, supervisar y controlar el trabajo.

**a) Entradas:**

Plan para la dirección del proyecto, plan de constitución en el proyecto, activos en los procesos de organización, viene a presentarse en un plan de gestión y organización. (pág. 38)

- Herramientas y técnicas: Se plantea un método de trabajo basado en diagramas

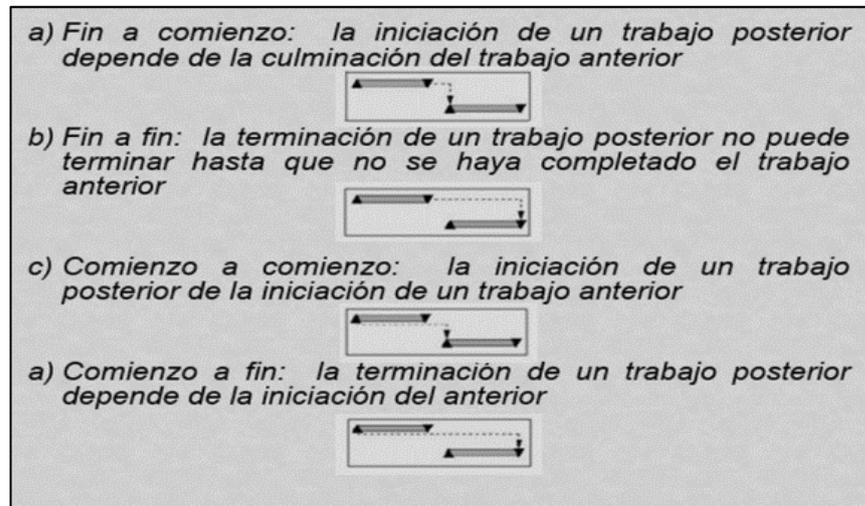


Figura N° 12. Relaciones lógicas método de redes.

Fuente: “Optimización de la producción mediante la integración de la gestión del tiempo de la guía PMBOK y las herramientas lean construction en la ejecución de las partidas de estructuras de una institución educativa en la ciudad de Arequipa”, por Nina Ticona, (2019)

La representación en diagramas de redes se hace a través del sistema en flechas y actividad en nodos teniendo una relación lógica. (pág. 41)

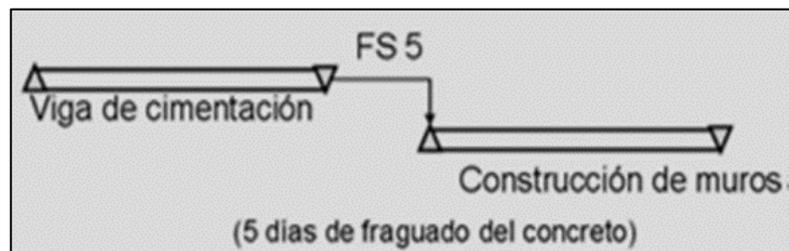


Figura N° 13. Tiempos Lags

Fuente: “Optimización de la producción mediante la integración de la gestión del tiempo de la guía PMBOK y las herramientas lean construction en la ejecución de las partidas de estructuras de una institución educativa en la ciudad de Arequipa”, por Nina Ticona, (2019)

En tiempos de adelanto o espera más conocido como tiempos Leads (adelanto) o Lags (Retrasos) donde las unidades de planificación son dadas en tiempo (horas, días, semana).

Se realiza un análisis de expertos y estimaciones considerando e identificando tareas que puedan generar retrasos y generar colchones para

que esa actividad no afecte el cronograma por lo que se hacen estimaciones (pág. 42):

- La estimación de actividades se puede basar en el juicio de expertos en consideración de situaciones análogas, determinando las actividades de forma cuantitativa, por ejemplo: para un muro de ladrillo de  $Ym^2$  se plantea una productividad en relación al ( $n^\circ$  de horas / el  $m^2$  de muros de albañilería construidos)

$$\text{Duración (hr)} = X \text{ m}^2 * N \text{ (hr/m}^2\text{)}$$

- La estimación de valores se basa en determinar el tiempo óptimo: Este es el tiempo mínimo durante el cual se llega a ejecutar una actividad visando un tiempo favorable. Se calcula el tiempo probable: Esta actividad se concreta con más frecuencia en condiciones normales. (pág. 46)

También se calcula el tiempo pesimista: Este tiempo determina actividades bajo condiciones adversas con implicaciones inusuales e imprevistas.

#### **b) Herramientas:**

Se toma en cuenta la opinión de especialistas, técnicos analistas para incorporar sus opiniones en las diversas decisiones tomadas.

#### **c) Salidas:**

Se debe de diseñar un plan de gestión en la cual se establecerán opciones para plantear el cronograma en el marco de guía para programar las actividades llegando a las metas establecidas. Nina Ticona, (2019)

- Atributos de la actividad: Esta en base a las actividades, su descripción, actividades sucesoras, los adelantos y retrasos que estas conllevan, las fechas impuestas, restricciones y suposiciones.
- Lista de actividades: Interviene las actividades del cronograma planificado que será realizado en el proyecto que estarán detalladas para un fácil entendimiento del equipo de trabajo mejorando su trabajo.
- Lista de hitos: El cronograma que identifica los hitos en los que se identifican eventos importantes los cuales son obligatorios y otros de manera opcional. Estas estarán dentro

del plan de gestión de proyectos y serán usados en el modelo del cronograma.

- Cambios solicitados: En la definición de actividades se pueden llegar a generar cambios que vengán a afectar el enunciado por lo que se plantea este punto en el cual se realizara un análisis, revisión y disposición de los cambios solicitados.

## 2.2.5. Elementos de diseño y control de producción

En esta fase se requiere el conocimiento de función de coste y producción lo que nos permite realizar un ajuste en función a la producción, con este criterio se opera la empresa. Teniendo en cuenta que tales procesos van a actuar en la empresa y las exigencias que se tendrán en cuenta.

### 2.2.5.1. Identificar actividades que no agregan valor

Este proceso se caracteriza por ser el periodo donde se reconoce las actividades que no agregan valor, conllevan desperdicio de tiempo con el fin de reducirlos o generara más ganancias en el proyecto ya sea en forma de costo, tiempo, etc.

Por lo que identificar dichas actividades es primordial para la reducción de tiempo. Guzmán Tejada, (2014)

Tabla 3. Estimación de desperdicios en obras de edificaciones

Estimación de desperdicio en obras de edificaciones		
Ítem	Descripción	%
Restos de materiales	Sobrante de mortero	5%
	Ladrillos sobrantes	
	Madera sobrante	
	Retirada de material	
Espesor adicional de mortero	Tarrajeo de techos, paredes, contrapisos.	5%
Dosificaciones no optimizadas	Concreto	2%
	Morteros de tarrajeo de paredes, contrapisos y revestimiento.	
Reparaciones y trabajos con el resto de materiales	Repintado	2%
	Retoque	
	Corrección de servicios	
Pérdidas de productividad debidas a problemas de calidad	Parada y operaciones adicionales por falta de calidad de los materiales y servicios	3.5 %
Costo debido a los atrasos	Perdida financiera por atraso de las obras y costos adicionales de administración, equipos y multas.	3.5 %
Costos en obras entregadas	Reparación de patologías luego de la entrega de obra	5%
Total		30%

Fuente: Orihuela, P (2012). Aplicaciones del lean en proyectos inmobiliario de vivienda.

### **2.2.5.2. Mejorar el valor del producto**

Al evitar y disminuir actividades que provocan pérdida de tiempo llegan a incrementar el valor del producto para el cliente objetivo, de esta forma haciendo productos iguales o mejores referente a las expectativas que ellos manejan de los productos. (pág. 7)

### **2.2.5.3. Reducción de la variabilidad**

Este proceso afecta negativamente en los procesos de producción lo que lo vuelve negativo para el cliente por lo que se debe de reducir las variaciones en la programación. (pág. 7)

### **2.2.5.4. Reducción del tiempo del ciclo**

Se plantea una reducción en el tiempo de cumplir una actividad asignando actividades a cada grupo de esta forma facilitando la versatilidad el trabajo. (pág. 8)

### **2.2.5.5. Simplificación de procesos**

Simplificar los procesos ayuda a mejorar el flujo por la reducción de procesos involucrados reduciendo la variabilidad y el costo de realización en cada proceso. (pág. 8)

### **2.2.5.6. Claridad de los procesos**

Mientras más claro sean los procesos la posibilidad de inspección y evitar errores evitando así la corrección de trabajos y provocando pérdidas en el proyecto. (pág. 9)

## **2.2.6. Herramientas de la filosofía lean construction**

### **2.2.6.1. TP-Trabajo productivo**

Son aquellas actividades que aportan en forma directa a la producción de una unidad de construcción como el vaciado del concreto, tarrajeo, tendido de acero, etc.

### **2.2.6.2. TC- Trabajo contributorio**

Es el trabajo necesario para la ejecución del trabajo productivo, pero a la vez no llega a aportar valor en la unidad de construcción. Siendo considerado como una pérdida de segunda categoría por lo que se debe de minimizar al máximo para la mejor de la productividad como: acciones de lectura de plano, dar indicaciones, transporte de material, etc. (pág. 23)

### **2.2.6.3. TNC- Trabajo no contributivo**

Son actividades que no se encuentran dentro de la anterior clasificación llegando a ser consideradas perdidas, al hablar de actividades innecesarias las cuales conllevan un costo y no agregan valor en el proceso como: Descanso, corrección de trabajos, esperas, etc. Debido a se busca eliminar estas actividades mejorando así el proceso. (pág. 23)

### **2.2.7. Productividad**

La calidad llega a ser la relación entre los recursos empleados y la cantidad productiva, la productividad llega a concebirse al haber un alto estándar de calidad, involucrando así eficiencia y efectividad.

La productividad se incrementa al realizar una actividad de forma repetitiva, debido a que a este paso se alcanza la especialización volviéndose un proceso más rápido sin disminuir la calidad, además el tiempo que se emplea disminuye convirtiéndose así en una generación de aprendizaje y conocimiento. Castillo Saavedra, (2018)

- La medición de la productividad plantea como objetivos.
- Evaluación del desempeño del proyecto
- Tomar como base acciones anteriores para mejorar los siguientes procesos
- Análisis de tendencias de resultados de obras anteriores
- Determinar la diferencia que presenta cada obra. Quispe Mitma, (2017)

#### **2.2.7.1. Productividad en la construcción**

La productividad viene a ser la medición de la eficiencia de la administración de los recursos para completar una actividad en cierto periodo y con la calidad requerida.

La productividad viene representando la relación que hay entre lo producido y el gasto que se realizó representando así una medida de eficiencia y efectividad mediante la cual se puede determinar la forma en que se administran los recursos como: tiempo, horas, unds, hh, S/, etc. El cual es desarrollado en un plazo determinado y con estándares de calidad impuestos. (pág. 30)

Para la investigación se adopta un modelo de productividad orientando estas actividades en relación al costo y objeto obtenido.

**Ecuación 1.** Productividad relacionada a las actividades

$$Productividad = \frac{\text{Costo de la mano de obra (HH)}}{\text{Objeto de salida (m2, m3 kg, etc)}}$$

De esta forma se planea mejorar la eficiencia de un sistema o proyecto vienen a ser necesario la implementación de técnicas que ayuden a la optimización de procesos, de esta forma realizar un análisis detallado de cada una de estas actividades es importante afín de incrementar la producción y la reducción de los recursos precisos para la realización de estas actividades. (pág. 30)



Figura N° 14. Relación entre eficiencia, productividad y eficiencia.

Fuente: “Aplicación de "Lean Construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica- 2017”, por Quispe Mitma, (2017)

### 2.2.7.2. Implementación de la filosofía lean construction

Las barreras que se presentan al momento de implementar esta metodología son a base de la falta de información, idea equivocada de que necesita una gran inversión, falta de colaboración entre contratista, promotores, cliente, trabajadores por lo que se dificulta un trabajo eficiente y coordinado. (Nina Ticona, 2019)

Por estas causas se presentan estrategias una de ellas es la implementación donde se define como idea principal el sector de la construcción como una manufactura concientizando de la concatenación en los procesos productivos. Otra de las estrategias la el proceso de la construcción en los clientes proporcionan requisitos por lo que se guía de

decisiones en un flujo impredecible de esta forma se plantean diversas formas de trabajo. (pág. 33)

**a) Sistema Last Planner**

Este método se basa en la en la definición de unidades de producción y un control en el flujo de actividades por una asignación de trabajos. De esta forma se identifica con más precisión el origen de los problemas haciendo una toma de decisiones oportunas lo cual incrementa la productividad. (pág. 34)

**b) Sistema del último planificador (Last planner)**

La planificación adecuada es uno de los sistemas más efectivos para el incremento de la productividad eliminando tiempos de esperas con actividades convenientemente secuenciadas. (pág. 34)

Ballard (1994) nos menciona que el éxito de una planificación ocurre cuando se superan obstáculos en la industria de la construcción como:

- La planificación se ve como un sistema basado en habilidades y el talento del profesional a cargo en la programación de las actividades.
- El desempeño de la planificación no se mide
- Los errores cometidos la planificación no son analizados ni se identifican sus ocurrencias

• **Planificación intermedia**

Una planificación inmediata abarca un periodo de entre 5 a 6 semanas, las tareas que se llevan a cabo son estudiadas a detalle y una vez determinadas estas actividades se someten a procesos de preparación dejando un rol de actividades lista para ser realizadas. (pág. 35)

• **Planificación semanal**

Al combinar un proceso de planificación se realiza una planificación más acertada en los trabajos semanales como (pág. 36):

Correcta selección de las secuencias de trabajo de acuerdo a la estrategia de construcción y contractibilidad.

Cantidad de trabajo seleccionada, tomando en cuenta los trabajos en cuadrillas para la ejecución de actividades.

### **2.2.7.3. Tiempo contributivo (TC)**

El tiempo que se emplea en la construcción de un proyecto, como actividades que agregan valor por lo que el cliente está pagando como el tiempo en acuerdos y conversiones.

Los trabajos de producción vienen definidos por el tiempo empleado por el trabajador para realizar actividades de conversión durante el proceso constructivo en alguna actividad o partida dentro de la construcción. (pág. 24)

- Colocación de acero
- Vaciado de concreto
- Encofrado

### **2.2.7.4. Tiempo no contributivo (TNC)**

Es el tiempo empleado en las actividades de apoyo necesarias para la ejecución de trabajos que agregan valor tal como: Transporte, supervisión, etc. Los que son considerados como actividades no contributivas.

Diversos autores vienen considerando el tiempo de descanso y periodos de actividades fisiológicas como actividades no contributivas, sin embargo, estos tiempos son establecidos dentro del tiempo total de producción de un trabajador. (pág. 25)

- Tiempo de espera
- Descansos
- Actividades fisiológicas

### **2.2.7.5. Aplicación del lean Construction en la construcción**

La implementación de la teoría de lean construction como mejora de la producción como explicación de lo observado, predicción del comportamiento futuro ayuda a identificar los aspectos que se deben mejorar para aumentar la productividad se basa en tres teorías. Brioso Lescano, (2015):

#### **a) Producción como transformación**

Esta producción viene fundamentada en la transformación de todas las partes o actividades reduciendo de esta forma los tiempos de trabajo y el

costo de los mismos de esta forma también se reducen los costos y tiempo del total del proyecto. (pág. 34)

### b) Producción como flujo

Se apoya en la filosofía lean construction y Just intime dividido en cuatro etapas: Procesamiento (P), inspección (I), espera (E) y movimiento (M), donde el primer punto muestra una transformación en tanto los demás puntos representan pérdidas. De esta forma el procesamiento es más eficiente de la misma forma que disminuir las actividades que no presente transformación y procesamiento. (pág. 36)

### c) Generación de valor

Esta teoría complementa los anteriores puntos como un medio para cumplir las expectativas del cliente y generar valor. La gestión de la producción viene a usar estas necesidades en el diseño para una búsqueda de valor. (pág. 37)

Tabla 4. Teoría de la producción y transformación del proceso

	Visión de Transformación	Visión de valor	Visión de flujo
Principio principal	Proceso de producción eficientes	Reducción de las actividades en las cuales de produzca o procese	Eliminación de procesos que no aumente valor
Métodos y practicas	Se crean tareas y una matriz de responsabilidades	Flujo continuo del control en la producción y una mejora continua	Tener en cuenta las necesidades del cliente desplegando una función de calidad QFD
Contribución practica	Realización de actividades	Evitar en lo posible las acciones que no aportan	Todos los requerimientos y necesidades del cliente se cumplen en la mayor parte posible
Conceptualización de la producción	Inputs en outputs	Transformación, movimiento, inspección y espera	Incremento de valor a tarves de atención de requerimientos y necesidades del cliente.
Nombre recomendado	y Task Management	Flow Manejament	Value manejaement

Fuente: Koskela, (1999)

### 2.2.7.6. Motivo de la baja productividad y rendimiento en la construcción

La falta de bases teóricas es una de las grandes trabas en el progreso de la construcción, además las teorías de producción en general y los tipos de producción es una frontera de la investigación. Se argumenta que el

desarrollo de teorías a partir de aspectos fundamentales y genéricos en la producción. La medida de la productividad generalmente se realiza con la medición del rendimiento:

- De forma general la productividad es medida parcialmente por los costos, de esta forma al haberse usado un presupuesto correcto y justo.
- La seguridad se muestra durante el proceso de construcción como una nulidad en los accidentes.
- Puntualidad en las actividades y responsabilidad con los trámites.
- La calidad se presenta en el resultado final y satisfacción de las necesidades del propietario.

a) **Herramienta de lean construction**

Para implementar el lean construction se tienen herramientas que ayudan en este proceso de acoplamiento:

Sectorización: Este trabajo consiste en dividir las tareas y actividades en sectores las cuales serán encargadas a un conjunto de equipos para luego terminar dentro del día asignado. Nina Ticona, (2019)

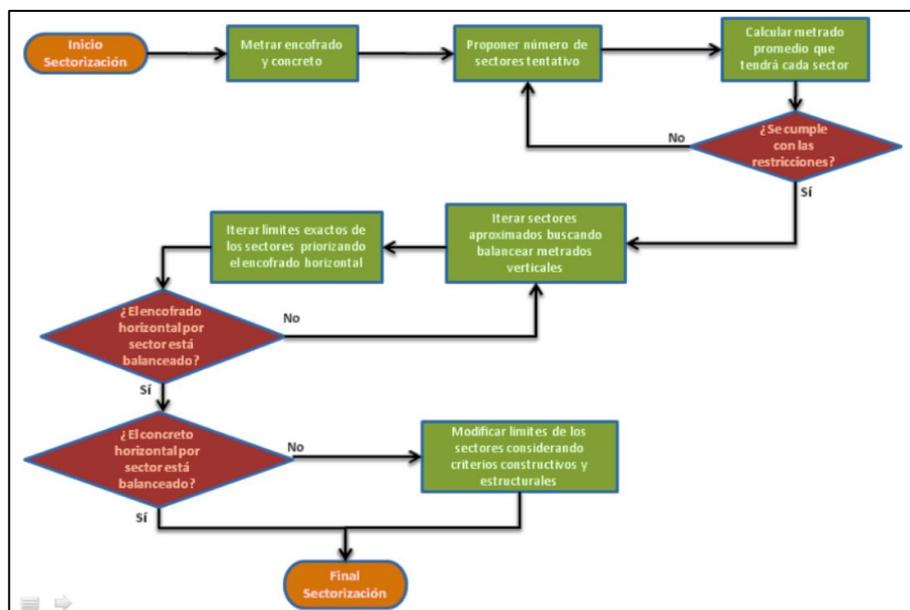


Figura N° 15. Proceso de sectorización en las edificaciones

Fuente: “Optimización de la producción mediante la integración de la gestión del tiempo de la guía PMBOK y las herramientas lean construction en la ejecución de las partidas de estructuras de una institución educativa en la ciudad de Arequipa”, por Nina Ticona, (2019)

Trenes de trabajo: En este método cada cuadrilla acaba las actividades en el día asignado, al día siguiente esta cuadrilla para a otro sector de trabajo y en el sector ya trabajado ingresa otra cuadrilla a realizar el nuevo trabajo y así de manera consecutiva realizando un trabajo de tipo tren. (pág. 27)

ITEM	ACTIVIDADES	nov-16														PROYECT					
		SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
		DÍAS CALENDARIO	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V
		NOMBRE DEL DÍA	1	M	M	J	V	S	D	1	M	M	J	V	S	D	1	M	M	J	V
FECHAS DEL CALENDARIO	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Concreto subcimientos y subzapatas	5/11	5/12	5/13	5/14	5/15															
2	Concreto cimientos corridos		5/13	5/14	5/15	5/16	5/17														
3	Habilitación y colocación de acero en zapatas		5/13	5/14	5/15	5/16	5/17														
4	Encofrado zapatas			5/13	5/14	5/15	5/16	5/17													
5	Concreto en zapatas			5/13	5/14	5/15	5/16	5/17													
6	Habilitación y colocación de acero en vigas de cimentación			5/13	5/14	5/15	5/16	5/17													
7	Encofrado vigas de cimentación				5/13	5/14	5/15	5/16	5/17												
8	Concreto en vigas de cimentación				5/13	5/14	5/15	5/16	5/17												
9	Encofrado subcimientos					5/13	5/14	5/15	5/16	5/17											
10	Concreto subcimientos					5/13	5/14	5/15	5/16	5/17											
11	Asentado de muros portantes en saga						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
12	Asentado de muros portantes en cabeza						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
13	Habilitación y colocación de acero en verticales (columnas y placas)						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
14	Encofrado de verticales (Columnas y placas)						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
15	Concreto en verticales (Columnas y placas)						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
16	Habilitación de acero en vigas						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
17	Encofrado de vigas						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
18	Colocación de acero en vigas						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
19	Encofrado losas						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
20	Colocación de ladrillo para losas						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
21	Colocación de acero en losas						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		
22	Colocación de instalaciones sanitarias y eléctricas en losa (INC, pruebas hidráulicas)						5/13	5/14	5/15	5/16	5/17					5/18	5/19	5/20	5/21		

Figura N° 16. Cronograma tipo tren de trabajo

Fuente: “Optimización de la producción mediante la integración de la gestión del tiempo de la guía PMBOK y las herramientas lean construcción en la ejecución de las partidas de estructuras de una institución educativa en la ciudad de Arequipa”, por Nina Ticona, (2019)

Planificación maestra: Este diseño se basa en programar las actividades en hitos donde se agrupan las actividades de manera secuencial estando sujeta a modificaciones. (pág. 29)

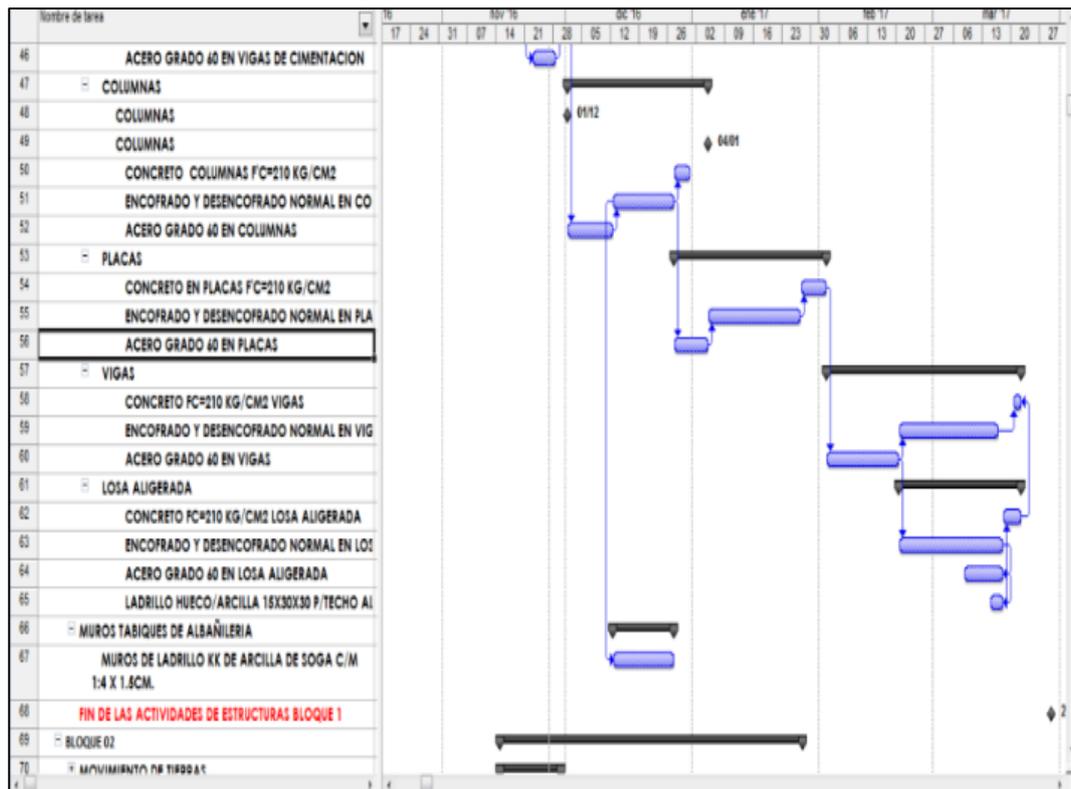


Figura N° 17. Plan maestro

Fuente: “Optimización de la producción mediante la integración de la gestión del tiempo de la guía PMBOK y las herramientas lean construction en la ejecución de las partidas de estructuras de una institución educativa en la ciudad de Arequipa”, por Nina Ticona, (2019)

Planificación por fases: En este tipo de planificación se realiza un diseño de cronograma de atrás hacia adelante (inicio) para ver las actividades que se necesitan de desarrollar para cumplir con el objetivo planteado. De esta forma se evitan actividades innecesarias y trabajos nulos, llegando a obtener beneficios (pág. 30):

- El equipo entiende mejor el proyecto
- El equipo genera una mayor productividad
- Al realizar una delegación de tareas cada miembro se concentra en sus actividades.

#### 2.2.7.7. Rendimiento de la mano de obra

El rendimiento que presenta la mano de obra, viene a ser uno de los componentes en el proceso constructivo, interviniendo directamente en la productividad. Las empresas tienen el objetivo de ser más competitivos mejorando sus procesos de producción, por lo que se debe de identificar

diversos factores que afectan el rendimiento de la mano de obras. Quispe Mitma, (2017)

#### a) Rendimiento de mano de obra

Vienen a definirse como la cantidad de obra ejecutada por una cuadrilla en un periodo de tiempo el cual esta compuestas por el operario, y personal cuya medida de las actividades de la en horas hombre (um/hH). (pág. 32)

#### b) Consumo de mano de obra

Recurso humano que se vienen a emplear en una cuadrilla para la completa ejecución para la cantidad unitaria de alguna actividad.

Tabla 5. Clasificación de la eficiencia productiva en mano de obra

Eficiencia en la productividad	Rango
Muy baja	10% -40%
Baja	41% -60%
Normal (promedio)	61%-80%
Muy buena	81%-90%
Excelente	91% -100%

Fuente: Estimador´s general construcción man – hour manual, John S. Page

Existen factores que intervienen en el rendimiento de la mano de la obra:

- Economía general
- Aspectos laborales
- Actividad
- Clima
- Equipamiento
- Supervisión
- Trabajador

#### c) Rendimiento y velocidad

El rendimiento viene a ser definido como la inversa de la productividad, es decir la cantidad de recursos viene a a ser realizada en una unidad de producción. (pág. 31)

*Ecuación 2. Definición de rendimiento orientado a actividades*

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{esfuerzo}}{\text{resultado}} = \frac{\text{Recursos empleados}}{\text{Cantidad producida}}$$

#### **d) Factor de incidencia dentro de la productividad**

Según Quispe Mitma, (2017), los factores que inciden en la productividad son:

- Programa permanente de capacitación de la mano de obra.
- Programación de seguridad industrial en la obra.
- Disposición correcta de materiales en la zona de trabajo.
- Motivación a los trabajadores.
- Estudio de tiempos y métodos en las actividades
- Incentivos en obra
- Programaciones más simples
- Técnicas de planificación por administración de obra
- Incentivos en contratos de obra
- Partes prefabricadas y estandarización de elementos

#### **e) Productividad en construcción**

Las presentes características que se dieron en la industria de la construcción vienen a ser de la siguiente por las cuales se ven influenciadas son (Quispe Mitma, 2017):

- Rotación de personal
- Trabajo permanente bajo presión
- Actividad basada en la experiencia
- Falta de capacitación a los trabajadores
- Trabajo a alta presión por retrasos en el trabajo
- Influencia de condiciones climáticas
- Ausencia de planificación

## f) Perfeccionamiento de la productividad en la construcción

Para mejorar la productividad en la construcción el encargado debe de adoptar acciones correctivas y de solución a los problemas identificados. De esta forma corrigiendo el ciclo de mejoramiento de la productividad en las diversas etapas. (pág. 30)

- Se debe de realizar una medición de la productividad con la toma de datos mediante formularios diseñados y un posterior análisis estadístico de los resultados.
- Realizar una evaluación de la productividad usando datos obtenidos para diagnosticar la situación de la obra para determinar un plan de acción
- Implementación de los planes, mejoramiento y acciones de mejoramiento y un seguimiento permanente.

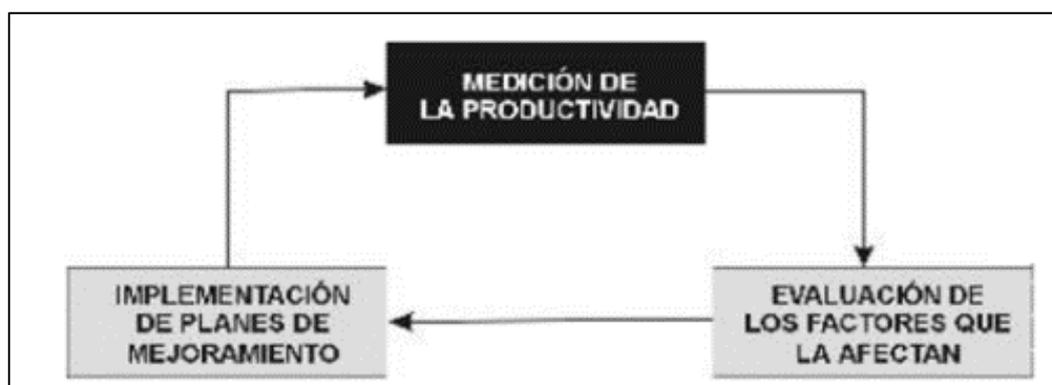


Figura N° 18. Proceso de aumento de productividad

Fuente: Aplicación de "Lean Construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica- 2017, por Quispe Mitma, (2017)

### 2.2.8. Desafíos que deben ser superados al aplicar el Lean Construction

#### a) Eliminar lo que no genera

Se debe eliminar el flujo de trabajo en aquellos trabajos que no generan valor como, por ejemplo: El uso de dispositivos de bombeo necesita directamente personal para la manipulación, siendo así que con una planificación estratégica se reduce la distancia entre los puntos de carga y descarga. Gualdrón Quiroga, y otros, (2020)

**b) Agregar valor a la construcción**

Antes de dar inicio al proyecto es necesario identificar las necesidades del cliente identificando a profundidad el perfil de audiencia de cada proyecto. Briosso Lescano, (2018)

**c) Disminuir la variabilidad**

En la mayoría de los proyectos el proceso de producción no es claro y adecuado al no estar dirigido por el profesional pertinente ya que esto se le deja a la experiencia de los maestros de obra u operarios. Briosso Lescano, (2018)

**d) Falta de planificación**

El destiempo en los procesos de planificación perjudican los ciclos de trabajo ya que genera tiempos vacíos, y pérdida económica ya que estos son remunerados. Gualdrón Quiroga, y otros, (2020)

**e) Realizar procesos transparentes**

En diversos casos de construcción no se identifican los puntos de error ya que la información no siempre esta disponible en el momento preciso, el seguimiento del proyecto no es detallado por lo que no se tiene información actualizada. Briosso Lescano, (2018)

**2.2.9. Valoración del cliente con el Lean Construcción**

El uso de la filosofía Lean fue beneficioso en las empresas que están en práctica generando así una mayor ganancia, con un resultado confiable, mejora la calidad del trabajo, con una reducción del costo, logrando así una mayor satisfacción de los clientes a un menor plazo de construcción. Muñoz Pérez, y otros, (2020)



Figura N° 19. Reducción de costos en construcción por optimización, en consecuencia, representa mayores ganancias para el cliente.

Fuente: “Beneficios de la aplicación de Lean constructivo en la industria de la construcción”, por Muñoz Pérez, y otros, (2020)

El cliente logra una valoración más alta de su trabajo al obtener más ganancias por una optimización en los trabajos de la mano de obra reduciendo así los gastos en desperdicios. De esta forma aparte de reducir el tiempo de construcción se reduce los costos de inversión lo que genera en consecuencia mayores ganancias. Gualdrón Quiroga, y otros, (2020)

## 2.3. Definición de términos

### a) Calidad en construcción

Es un aspecto que incide en la relación (costo/ tiempo), basado en un control ideal del proceso llegando a cumplir con los requisitos mínimos de calidad.

Madrigal Elizondo, (2001 pág. 25)

### b) Cuadrilla

La cuadrilla viene a ser un conjunto organizado de personas que realizaran un trabajo que llevan a cabo una actividad determinada en un cronograma en un periodo estipulado. otero Botero, (2002 pág. 7)

### c) Desperdicios

Se dice de la acción que consume recursos materiales, económicos, tiempo y recursos humanos para llevar a cabo una actividad, pero no se obtiene valor significativo por parte del cliente por lo que son prescindibles. Lean Construction Mexico, (2021)

### d) Flujo de trabajo

Es el uso y movimiento de información y material necesario a través de unidades de producción, por las cuales es procesado de forma secuencial y ordenada dejándolo pasar a las unidades de corriente abajo. Fernandez, 2009 (2009 pág. 4)

### e) Producción sin pérdidas (lean construction)

Se dice del tipo de producción cuyo manejo operacional apunta a la reducción y eliminación de pérdidas. Tabory Malpartida, (2018)

### f) Productividad

La productividad viene a ser un indicador que viene a estar vinculado con el crecimiento económico, mostrando así eficiencia y calidad del capital humano en el proceso de producción. International Labour Organization, (2022)

### g) Proceso

Viene a ser el conjunto de pasos consecutivos de operaciones y actividades para lleva a cabo una obra. Velarde Mendoza, (2011 pág. 18)

### h) Proveedor

Se dice de aquella institución o empresa que abastece con materiales que serán vendidos directamente o transformados tras la compra, estos materiales son fundamentales para llevar a cabo la construcción. Orihuela A., (2009 pág. 3)

**i) Rendimiento de la mano de obra**

Se habla de la cantidad de obra ejecutada en un periodo de tiempo y la calidad de trabajo realizada por una cuadrilla compuesta por un peón, operario, capataz, etc. Janampa Palomino, (2021 pág. 47)

**j) Sistema de producción**

La industria de la construcción como un sistema de producción puede aportar en su fase operacional un enfoque en manufacturas como el de servicio dependiendo del tipo de contacto que se establece con el cliente. Arcudia Abad y otros, (2005 pág. 35)

## **CAPITULO III**

### **HIPOTESIS**

#### **3.1 Hipótesis general**

La productividad se incrementa debido a que se reducen las pérdidas productivas de la construcción mediante el uso de la filosofía Lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.

#### **3.2 Hipótesis específica**

- a) El trabajo productivo se incrementa mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.
- b) El trabajo no contributivo aumenta mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.
- c) El rendimiento en obra es mayor con uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.

#### **3.3 Variables**

##### **3.3.1 Definición conceptual de las variables**

##### **a) Variable independiente (X)**

###### **➤ Filosofía Lean Construction**

La filosofía es una metodología usada con el objetivo de satisfacer mejor las demandas de los clientes mejorando notablemente los

procesos de arquitectura y construcción al elaborar nuevos métodos para el desarrollo de productos y gestión de la producción en la industria de la construcción elevando el nivel de profesionalismo y la eficiencia en el sector construcción. Chávez Espinoza, y otros, (2014)

**b) Variable dependiente (Y)**

➤ **Productividad**

La productividad se define la medida de productos, bienes y servicios que han sido producidos en relación de cada recurso que se haya empleado usado durante un determinado periodo, siendo así la relación entre la cantidad de productos y los recursos empleados, midiendo la eficiencia de los recursos que vienen a ser administrados para completar un proyecto en un plazo y con una calidad establecida. Flores Mendoza, y otros, (2018)

**3.3.2 Definición operacional de la variable**

**a) Variable independiente (X)**

**Filosofía Lean Construction**

A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.

**b) Variable Dependiente (Y)**

**Productividad**

A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.

### 3.3.3 Operacionalización de variables

Tabla 6. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
<b>Variable Independiente</b>  Filosofía Lean Construction	La filosofía es una metodología usada con el objetivo de satisfacer mejor las demandas de los clientes mejorando notablemente los procesos de arquitectura y construcción al elaborar nuevos métodos para el desarrollo de productos y gestión de la producción en la industria de la construcción elevando el nivel de profesionalismo y la eficiencia en el sector construcción. (Chávez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014)	La variable V1 “Se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos (desperdicios)”	Gestión en el proyecto	Actividades programadas	Partidas		X			
			Gestión de tiempo	Culminación de tareas	Programación		X			
			Disminución de perdidas	Valor producido	Valor producido			X		
<b>Variable Dependiente</b>  Productividad	La productividad se define la medida de productos, bienes y servicios que han sido producidos en relación de cada recurso que se haya empleado usado durante un determinado periodo, siendo así la relación entre la cantidad de productos y los recursos empleados, midiendo la eficiencia de los recursos que vienen a ser administrados para completar un proyecto en un plazo y con una calidad establecida. (Flores Mendoza & Ramos Cornejo, 2018)	La variable V2 “la gestión de proyectos consiste en facilitar la planificación, el calendario y el control de todas las actividades que tienen que realizarse para conseguir los objetivos del proyecto”	Trabajo productivo	Productividad laboral	Productividad ad laboral			X		
			Trabajo NO contributivo	Actividades innecesarias	Fichas de seguimiento			X		
			Rendimiento en obra	Rendimiento de personal	Fichas de seguimiento			X		

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1 Método de investigación**

Fernández Collado, y otros, (2014), menciona que el método científico conlleva un conjunto de procedimientos ordenados y secuenciales para la resolución de problemas reales y la inserción de información nueva a la base de datos.

En la presente investigación se hace uso del método científico al proponer una serie de pasos o secuencias para generar nuevos conocimientos, dando inicio desde la observación, planteamiento del problema, planteamiento de hipótesis, la resolución del problema concluyendo con la resolución del problema.

Con estas consideraciones se hizo uso de un método científico.

#### **4.2 Tipo de investigación**

Según lo mencionado por Rodríguez (2020), la investigación aplicada busca la resolución del problema establecido por parte del investigador usando la investigación para dar solución al problema.

En esta se aplicarán nuevos conocimientos para generar nuevos conocimientos y teorías, buscando mejorar la productividad en la construcción de vivienda multifamiliar evaluando la productividad mediante la filosofía lean construction. Teniendo estas consideraciones, la presente investigación es de tipo aplicativo.

### **4.3 Nivel de la investigación**

Según Espinoza Montes (2014), el nivel descriptivo llega a describir fenómenos sociales durante circunstancias sociales y geográficas por que los hechos y acontecimientos son enmarcados en un espacio geográfico y temporal.

En la presente investigación se pretende dar a conocer características y propiedades del fenómeno o variable estudiada, con la finalidad de proponer nuevas estrategias para soluciones un problema real.

Según el análisis, el nivel que se empleará en la presente investigación será nivel descriptivo.

### **4.4 Diseño de la investigación**

Según (Sierra Bravo, 2014), una investigación no experimental se basa en categorías, conceptos, variables y sucesos dados sin que el investigador altere el objeto de investigación.

La investigación considerará un diseño no experimental debido que no se pretende manipular la variable ni medir la correlación con otras; además será del tipo transaccional pues la toma de datos se realizará en un solo momento

Según este análisis el diseño empleado en esta investigación será un diseño no experimental.

### **4.5 Población y muestra**

#### **4.5.1 Población**

La población corresponde la construcción de las viviendas ubicada en el Jr. comandante Jiménez, y la Avenida Javier Prado en el distrito de Magdalena.

#### **4.5.2 Muestra**

Según Carrasco Díaz (2016), menciona que la muestra llega a ser una representación de la población al presentar características y propiedades iguales al resto de la población y nos facilita el estudio de esta.

La muestra de acuerdo al método no probabilístico o intencional corresponde a la construcción de la vivienda ubicada en el Jr. comandante Jiménez N° 188-192, ubicada en la avenida Javier Prado en el distrito de Magdalena.

El terreno se considera como regular de forma geométrica al contar con las siguientes dimensiones:

- Área del terreno: 208. 00 m<sup>2</sup>.
- Frente Jr. comandante Jiménez: 11. 0m.
- Frente lateral izquierdo: 19. 75m.
- Frente lateral derecho: 19. 75m.
- Fondo: 11. 0m.
- Forma: Rectángulo regular
- Orientación: Sur

#### **4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica de recolección de datos permite acumular y sintetizar información de un hecho o fenómeno social que se relaciona con problemas que motivan a la investigación. Chávez, (2008)

##### **4.6.1 Técnicas de recolección de datos**

###### **➤ Análisis documental**

Se obtienen datos relacionados con variables de estudio de fuentes secundarias: artículos científicos, tesis, revistas y demás.

###### **➤ Observación no experimental de campo**

Por considerarse como la técnica de recolección por excelencia, consistirá en observar atentamente a la variable de estudio, y su registro correspondiente para su posterior análisis.

##### **4.6.2 Instrumentos de recolección de datos**

- Ficha de observación no experimental de campo
- Ficha de encuesta

#### **4.7 Procesamiento de la información**

El procesamiento de información tiene por fin generar y agrupar datos de manera ordenada que lleguen a facilitar al investigador el análisis de la información en función a los objetivos, hipótesis y preguntas de la investigación. Giraldo Huertas, (2016)

##### **4.7.1 Descripción del proyecto**

###### **4.7.1.1 Cronograma**

###### **a) Ubicación**

El proyecto se ubica en el Jr. comandante Jiménez N° 188-192, ubicada en la Avenida Javier Prado en el distrito de Magdalena.

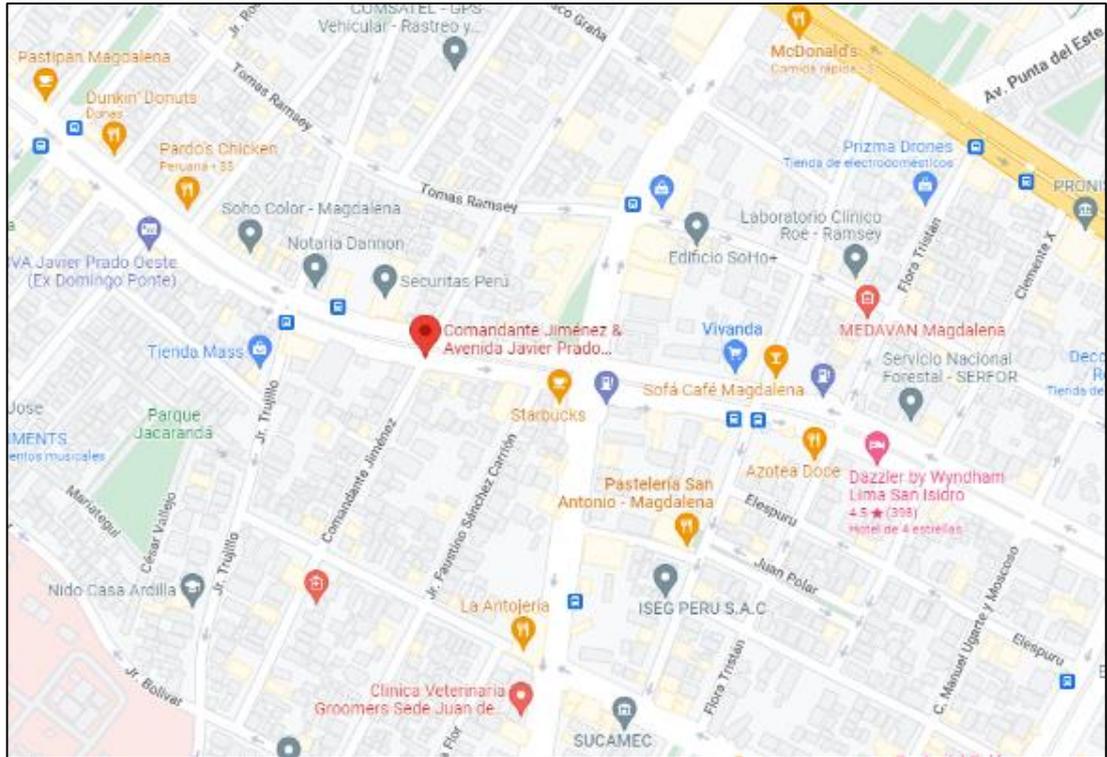


Figura N° 20. Jr. comandante Jiménez

Fuente: Google Maps (2022)

### b) Descripción del terreno y del proyecto

El terreno se considera como regular de forma geométrica al contar con las siguientes dimensiones:

- Área del terreno: 208. 00 m<sup>2</sup>.
- Frente Jr. comandante Jiménez: 11. 0m.
- Frente lateral izquierdo: 19. 75m.
- Frente lateral derecho: 19. 75m.
- Fondo: 11. 0m.
- Forma: Rectángulo regular
- Orientación: Sur

El edificio planteado cuenta con ocho estacionamientos distribuidos entre el semi sótano y el frontis del edificio, cuenta con una escalera y ascensor para un fácil acceso hacia el interior de la edificación se cuenta con tres departamentos tipo dúplex, seis departamentos tipo fast y un departamento dúplex que abarca el séptimo y octavo piso haciendo hacia un total de 10 departamentos.

Las partidas que se analizaran pertenecen a todos los niveles pertenecientes al concreto armado correspondiente a todos los elementos conformados por este material.

➤ **1er. Piso**

- Ingreso Vehicular hacia el semisótano
- Dos estacionamientos simples
- Ingreso peatonal principal
- Hall de ascensor y escalera
- Dos departamentos de dos dormitorios cada uno
- Cisternas

➤ **2° al 6ª piso**

- Dos departamentos por piso de dos dormitorios cada uno
- Hall de ascensor y escalera

➤ **7ª al 8ª piso**

- Un departamento en los dos pisos
- Hall de ascensor y escalera hasta el séptimo nivel
- Cuarto de máquina y Tanque elevado.
- Piscina

**c) Ingeniería del proyecto**

La estructura de la edificación de presenta una estructura de 8 niveles más un semi sótano destinada a departamentos, esta estructura se conforma por muros, placas vigas, columnas y losas con un f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, lo que lo llega a clasificar dentro de la categoría dual la estructura en los sótanos viene a estar conformada a partir de pórticos y planas en la parte central conformando el ascensor y elementos de apoyos.

**d) Costo del proyecto**

Los costos directos de empleados en la ejecución de la obra fueron a suma alzada ascendiendo a un total de s/. 1, 463, 464. 11 (Un millón cuatrocientos sesenta y tres mil cuatrocientos sesenta y cuatro con 11/100)

- El presupuesto en el área de estructuras S/ 514,268. 76 quinientos catorce mil doscientos sesenta y ocho y 76/100 nuevos soles.

- El presupuesto en el área de arquitectura es S/ 537, 692. 13 quinientos treinta y siete mil seiscientos noventa y dos, 13/100 nuevos soles.
- Presupuesto en la especialidad instalaciones sanitarias S/ 211,958. 59 doscientos once mil novecientos cinco y ocho, 59/100 nuevos soles.
- Presupuesto en la especialidad instalaciones eléctricas S/ 199,544. 63 ciento noventa y nueve mil quinientos cuarenta y cuatro y 63/100 nuevos soles.

Este presenta un plazo de ejecución de 8 meses y 2 semanas, dando como inicio el día 07/06/2018 finalizándose el día 31/01/2020.

#### **4.7.2 Implementación de la herramienta LPDS**

##### **a) Presupuesto del proyecto**

Este presupuesto de obtendrá a partir de un proceso contractual, tomando las siguientes consideraciones:

- Se realizará un metrado correspondiente del total de partidas de concreto armado compuesta por cimentación, vigas, columnas, lozas de todos los niveles.
- En función a la cantidad de hitos se realiza una evolución de los meses que durara la partida durante el periodo de ejecución.

Tomando en cuenta estas consideraciones se volverá a adaptar los presupuestos contractuales en el proyecto del edificio.

#### **4.7.3 Sectorización**

Para las partidas analizadas en los ocho niveles y el semi sótano se realizará en base a la siguiente sectorización.

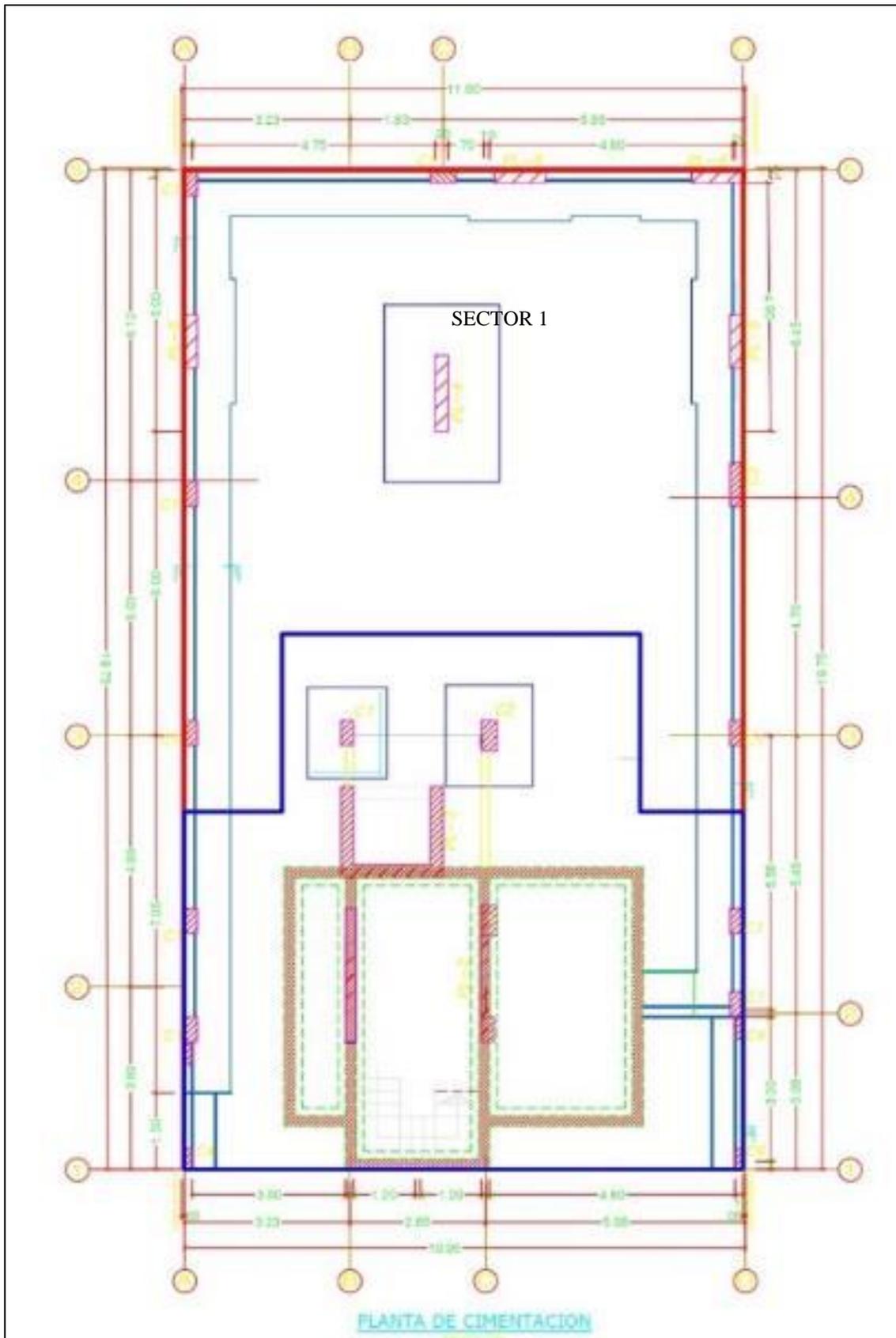


Figura N° 21. Sectorización del semi sótano

Fuente: Elaboración propia

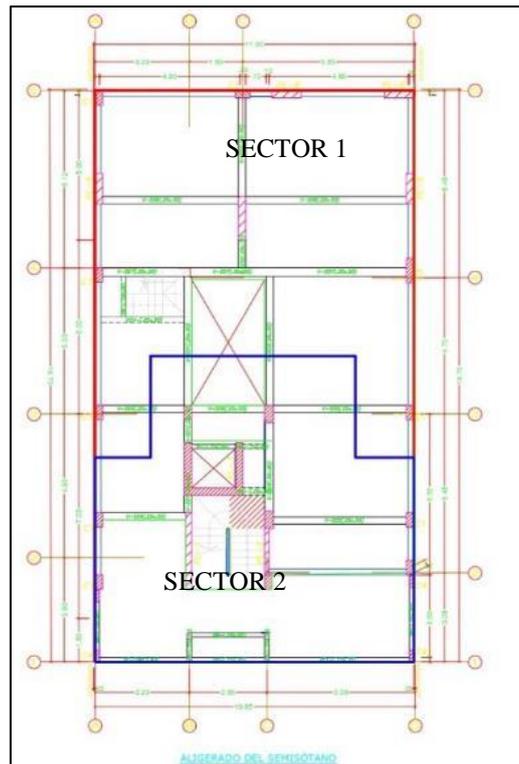


Figura N° 22. Sectorización del primer nivel

Fuente: Elaboración propia

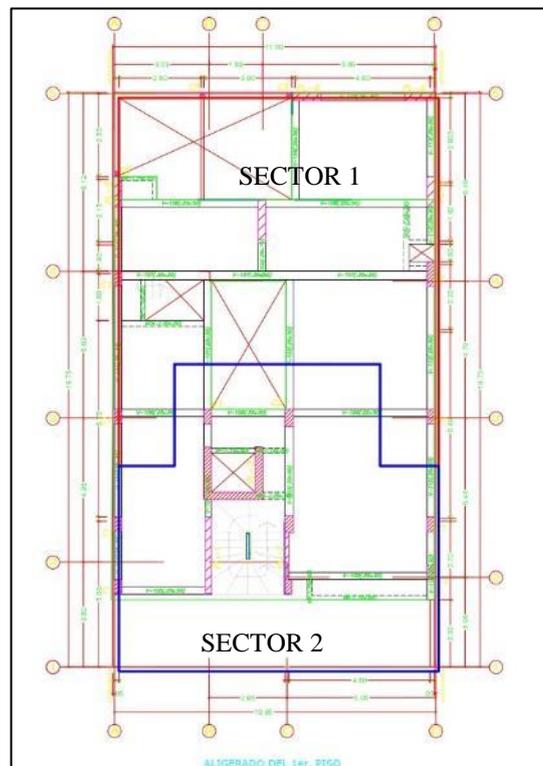


Figura N° 23. Sectorización del primer nivel

Fuente: Elaboración propia

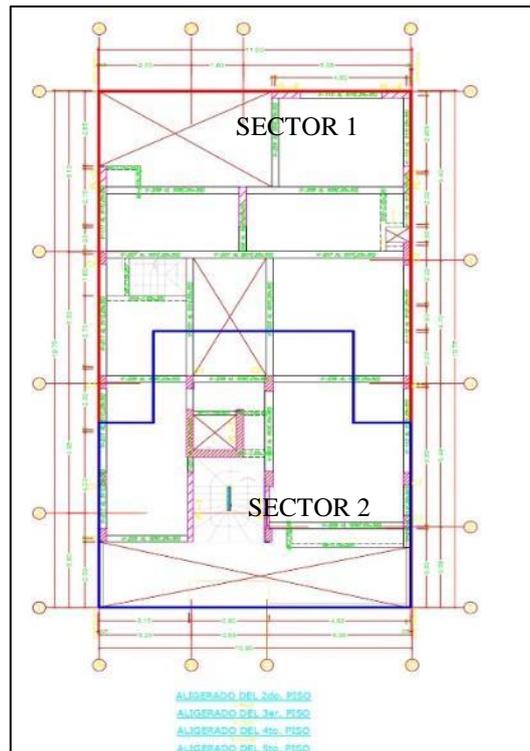


Figura N° 24. Sectorización del primer nivel

Fuente: Elaboración propia

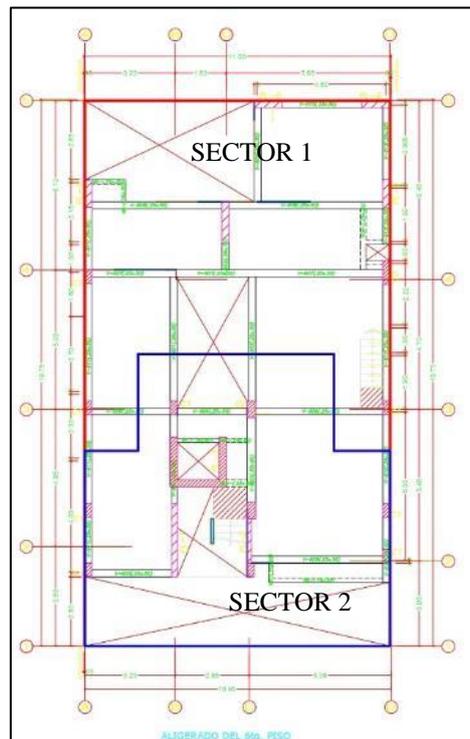


Figura N° 25. Sectorización del primer nivel

Fuente: Elaboración propia

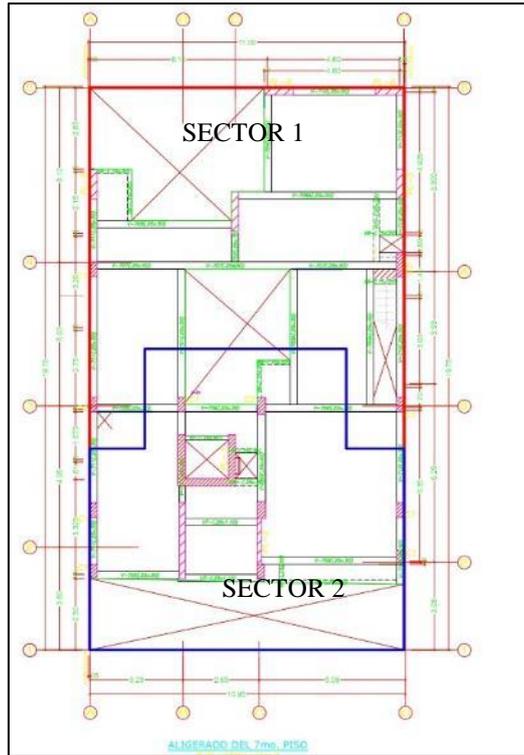


Figura N° 26. Sectorización del primer nivel

Fuente: Elaboración propia

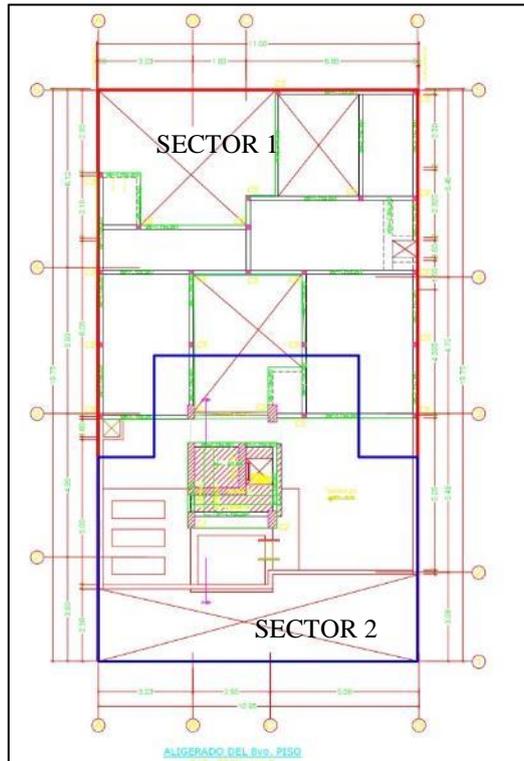


Figura N° 27. Sectorización del primer nivel

Fuente: Elaboración propia

En el plano de distribución se dividirá en dos sectores con el fin de homogenizar el rendimiento, acostumbrando así al trabajador a un proceso cíclico todos los días.

#### 4.7.4 Rendimiento meta en las actividades

Partiendo de un presupuesto de nivel de semi sótano, hasta el octavo piso del proyecto comprendido en departamentos reagrupando así las partidas del presupuesto para obtener las siguientes partidas de resumen para luego ser parte del análisis en el presente estudio: Encofrado y desencofrado, concreto y acero.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	SEMISOTANO				181,555.24
2	PRIMER NIVEL				46,838.06
03	SEGUNDO NIVEL				40,631.51
04	TERCER NIVEL				46,307.49
05	CUARTO NIVEL				43,946.15
06	QUINTO NIVEL				46,307.49
06	QUINTO NIVEL				46,307.49
08	SEPTIMO NIVEL				42,603.19
09	OCTAVO NIVEL				22,377.83
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>514,268.76</b>

Figura N° 28. Presupuesto del sótano al 8vo piso de la edificación

Fuente: Elaboración propia

Seguido a esto se detalla el presupuesto destinado a cada nivel de la edificación para cada una de las actividades plantadas en cada partida.

PRESUPUESTO GENERAL DE ESTRUCTURAS					
					
Obra :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	Fecha:	abr-17		
Consultor:	AZD Ingenieros S.A.C.	Hecho por:	F.A.R.C.		
Propietario:	MOTORI SAC	Especialidad:	ESTRUCTURAS		
Ubicación:	Jr. Comandante Jiménez N°188 - 192 - Magdalena				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>01</b>	<b>SEMISOTANO</b>				<b>181,555.24</b>
01.05	CONCRETO ARMADO				<b>135,142.15</b>
01.05.01	ZAPATAS				<b>2,837.84</b>
01.05.01.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS	m3	9.00	232.56	2,093.04
01.05.01.02	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	196.00	3.80	744.80
01.05.02	CISTERNA				<b>31,139.94</b>
01.05.02.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS	m3	37.35	379.03	14,156.77
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE CISTERNA	m2	160.27	30.26	4,849.77
01.05.02.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	3,193.00	3.80	12,133.40
01.05.03	MUROS				<b>49,409.06</b>
01.05.03.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS	m3	51.00	377.46	19,250.46
01.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS	m2	364.00	39.55	14,396.20
01.05.03.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	4,148.00	3.80	15,762.40
01.05.04	PLACAS				<b>12,081.02</b>
01.05.04.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	17.53	394.77	6,920.32
01.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	137.45	36.89	5,070.53
01.05.04.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	23.73	3.80	90.17
01.05.05	COLUMNA				<b>12,177.69</b>
01.05.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	8.37	377.46	3,159.34
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN COLUMNAS	m2	95.00	36.89	3,504.55
01.05.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,451.00	3.80	5,513.80
01.05.06	VIGAS				<b>11,462.28</b>
01.05.06.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	10.00	278.86	2,788.60
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN VIGAS	m2	69.00	41.72	2,878.68
01.05.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,525.00	3.80	5,795.00
01.05.07	LOSAS ALIGERADAS				<b>11,179.68</b>
01.05.07.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	10.00	259.13	2,591.30
01.05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	118.80	25.77	3,061.48
01.05.07.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	540.00	3.80	2,052.00
01.05.07.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15CM P/PARA LOSA ALIGERAD, und		990.00	3.51	3,474.90
01.05.08	LOSA MACIZA				<b>1,633.95</b>
01.05.08.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	0.91	259.13	235.81
01.05.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE LOSAS MACIZAS	m2	9.11	35.01	318.94
01.05.08.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	284.00	3.80	1,079.20
01.05.09	ESCALERAS				<b>3,220.69</b>
01.05.09.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	4.36	275.72	1,202.14
01.05.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN ESCALERAS	m2	23.29	55.67	1,296.55
01.05.09.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	190.00	3.80	722.00

Figura N° 29. Presupuesto del semi sótano

Fuente: Elaboración propia

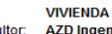
PRESUPUESTO GENERAL DE ESTRUCTURAS					
					
Obra :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	Fecha:	abr-17		
Consultor:	AZD Ingenieros S.A.C.	Hecho por:	F.A.R.C.		
Propietario:	MOTORI SAC	Especialidad:	ESTRUCTURAS		
Ubicación:	Jr. Comandante Jiménez N°188 - 192 - Magdalena				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>02</b>	<b>PRIMER NIVEL</b>				<b>46,838.06</b>
02.01	CONCRETO ARMADO				<b>46,838.06</b>
02.01.01	PLACAS				<b>9,800.87</b>
02.01.01.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	7.40	394.77	2,921.30
02.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	72.87	36.89	2,688.17
02.01.01.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,103.00	3.80	4,191.40
02.01.02	COLUMNA				<b>5,254.30</b>
02.01.02.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	3.46	377.46	1,306.01
02.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN COLUMNAS	m2	41.00	36.89	1,512.49
02.01.02.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	641.00	3.80	2,435.80
02.01.03	VIGAS				<b>15,080.16</b>
02.01.03.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	14.00	278.86	3,904.04
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN VIGAS	m2	91.00	41.72	3,796.52
02.01.03.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,942.00	3.80	7,379.60
02.01.04	LOSAS ALIGERADAS				<b>10,707.91</b>
02.01.04.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	9.40	268.76	2,526.34
02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	111.30	25.77	2,868.20
02.01.04.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	542.00	3.80	2,059.60
02.01.04.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15CM P/PARA LOSA ALIGERAD, und		927.00	3.51	3,253.77
02.01.05	LOSAS MACIZA				<b>800.30</b>
02.01.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	0.64	259.13	165.84
02.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE LOSAS MACIZAS	m2	6.40	35.01	224.06
02.01.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	108.00	3.80	410.40
02.01.06	ESCALERAS				<b>5,194.52</b>
02.01.06.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	6.12	275.72	1,687.41
02.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN ESCALERAS	m2	39.79	55.67	2,215.11
02.01.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	340.00	3.80	1,292.00

Figura N° 30. Presupuesto del primer nivel

Fuente: Elaboración propia

PRESUPUESTO GENERAL DE ESTRUCTURAS					
Obra :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR			Fecha:	abr-17
Consultor:	AZD Ingenieros S.A.C.			Hecho por:	F.A.R.C.
Propietario	MOTORI SAC			Especialidad:	ESTRUCTURAS
Ubicación:	Jr. Comandante Jiménez N°188 - 192 - Magdalena				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
03	<b>SEGUNDO NIVEL</b>				<b>40,631.51</b>
03.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>40,631.51</b>
03.01.01	<b>PLACAS</b>				<b>5,651.38</b>
03.01.01.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	7.40	394.77	2,921.30
03.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	72.87	36.89	2,688.17
03.01.01.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	11.03	3.80	41.91
03.01.02	<b>COLUMNA</b>				<b>5,254.30</b>
03.01.02.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	3.46	377.46	1,306.01
03.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	41.00	36.89	1,512.49
03.01.02.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	641.00	3.80	2,435.80
03.01.03	<b>VIGAS</b>				<b>15,080.16</b>
03.01.03.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	14.00	278.86	3,904.04
03.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	91.00	41.72	3,796.52
03.01.03.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,942.00	3.80	7,379.60
03.01.04	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>				<b>11,050.19</b>
03.01.04.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	9.80	259.13	2,539.47
03.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	115.80	25.77	2,984.17
03.01.04.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	563.00	3.80	2,139.40
03.01.04.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15CM P/PARA LOSA ALIGERAD und		965.00	3.51	3,387.15
03.01.05	<b>LOSA MACIZA</b>				<b>800.30</b>
03.01.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	0.64	259.13	165.84
03.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	6.40	35.01	224.06
03.01.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	108.00	3.80	410.40
03.01.06	<b>ESCALERAS</b>				<b>2,795.18</b>
03.01.06.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	2.61	275.72	719.63
03.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	23.29	55.67	1,296.55
03.01.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	205.00	3.80	779.00

Figura N° 31. Presupuesto del segundo nivel

Fuente: Elaboración propia

PRESUPUESTO GENERAL DE ESTRUCTURAS					
Obra :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR			Fecha:	abr-17
Consultor:	AZD Ingenieros S.A.C.			Hecho por:	F.A.R.C.
Propietario	MOTORI SAC			Especialidad:	ESTRUCTURAS
Ubicación:	Jr. Comandante Jiménez N°188 - 192 - Magdalena				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
04	<b>TERCER NIVEL</b>				<b>46,307.49</b>
04.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>46,307.49</b>
04.01.01	<b>PLACAS</b>				<b>8,966.02</b>
04.01.01.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	7.23	394.77	2,854.19
04.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	72.66	36.89	2,680.43
04.01.01.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	903.00	3.80	3,431.40
04.01.02	<b>COLUMNA</b>				<b>5,254.30</b>
04.01.02.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	3.46	377.46	1,306.01
04.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	41.00	36.89	1,512.49
04.01.02.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	641.00	3.80	2,435.80
04.01.03	<b>VIGAS</b>				<b>15,080.16</b>
04.01.03.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	14.00	278.86	3,904.04
04.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	91.00	41.72	3,796.52
04.01.03.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,942.00	3.80	7,379.60
04.01.04	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>				<b>11,012.19</b>
04.01.04.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	9.80	259.13	2,539.47
04.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	115.80	25.77	2,984.17
04.01.04.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	563.00	3.80	2,101.40
04.01.04.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15CM P/PARA LOSA ALIGERAD und		965.00	3.51	3,387.15
04.01.05	<b>LOSA MACIZA</b>				<b>800.30</b>
04.01.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	0.64	259.13	165.84
04.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	6.40	35.01	224.06
04.01.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	108.00	3.80	410.40
04.01.06	<b>ESCALERAS</b>				<b>5,194.52</b>
04.01.06.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	6.12	275.72	1,687.41
04.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	39.79	55.67	2,215.11
04.01.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	340.00	3.80	1,292.00

Figura N° 32. Presupuesto del tercer nivel

Fuente: Elaboración propia

PRESUPUESTO GENERAL DE ESTRUCTURAS					
Obra :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR			Fecha:	abr-17
Consultor:	AZD Ingenieros S.A.C.			Hecho por:	F.A.R.C.
Propietario:	MOTORI SAC			Especialidad:	ESTRUCTURAS
Ubicación:	Jr. Comandante Jiménez N°188 - 192 - Magdalena				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>05</b>	<b>CUARTO NIVEL</b>				<b>43,946.15</b>
<b>05.01</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>43,946.15</b>
05.01.01	<b>PLACAS</b>				<b>8,966.02</b>
05.01.01.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	7.23	394.77	2,854.19
05.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	72.66	36.89	2,680.43
05.01.01.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	903.00	3.80	3,431.40
05.01.02	<b>COLUMNA</b>				<b>5,254.30</b>
05.01.02.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	3.46	377.46	1,306.01
05.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	41.00	36.89	1,512.49
05.01.02.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	641.00	3.80	2,435.80
05.01.03	<b>VIGAS</b>				<b>15,080.16</b>
05.01.03.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	14.00	278.86	3,904.04
05.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	91.00	41.72	3,796.52
05.01.03.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,942.00	3.80	7,379.60
05.01.04	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>				<b>11,050.19</b>
05.01.04.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	9.80	259.13	2,539.47
05.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	115.80	25.77	2,984.17
05.01.04.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	563.00	3.80	2,139.40
05.01.04.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15CM P/PARA LOSA ALIGERAD. und		965.00	3.51	3,387.15
05.01.05	<b>LOSA MACIZA</b>				<b>800.30</b>
05.01.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	0.64	259.13	165.84
05.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	6.40	35.01	224.06
05.01.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	108.00	3.80	410.40
05.01.06	<b>ESCALERAS</b>				<b>2,795.18</b>
05.01.06.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	2.61	275.72	719.63
05.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	23.29	55.67	1,296.55
05.01.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	205.00	3.80	779.00

Figura N° 33. Presupuesto del cuarto nivel

Fuente: Elaboración propia

PRESUPUESTO GENERAL DE ESTRUCTURAS					
Obra :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR			Fecha:	abr-17
Consultor:	AZD Ingenieros S.A.C.			Hecho por:	F.A.R.C.
Propietario:	MOTORI SAC			Especialidad:	ESTRUCTURAS
Ubicación:	Jr. Comandante Jiménez N°188 - 192 - Magdalena				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>06</b>	<b>QUINTO NIVEL</b>				<b>46,307.49</b>
<b>06.01</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>46,307.49</b>
06.01.01	<b>PLACAS</b>				<b>8,966.02</b>
06.01.01.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	7.23	394.77	2,854.19
06.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	72.66	36.89	2,680.43
06.01.01.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	903.00	3.80	3,431.40
06.01.02	<b>COLUMNA</b>				<b>5,254.30</b>
06.01.02.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	3.46	377.46	1,306.01
06.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	41.00	36.89	1,512.49
06.01.02.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	641.00	3.80	2,435.80
06.01.03	<b>VIGAS</b>				<b>15,080.16</b>
06.01.03.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	14.00	278.86	3,904.04
06.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	91.00	41.72	3,796.52
06.01.03.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,942.00	3.80	7,379.60
06.01.04	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>				<b>11,012.19</b>
06.01.04.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	9.80	259.13	2,539.47
06.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	115.80	25.77	2,984.17
06.01.04.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	563.00	3.80	2,101.40
06.01.04.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15CM P/PARA LOSA ALIGERAD. und		965.00	3.51	3,387.15
06.01.05	<b>LOSA MACIZA</b>				<b>800.30</b>
06.01.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	0.64	259.13	165.84
06.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	6.40	35.01	224.06
06.01.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	108.00	3.80	410.40
06.01.06	<b>ESCALERAS</b>				<b>5,194.52</b>
06.01.06.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	6.12	275.72	1,687.41
06.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	39.79	55.67	2,215.11
06.01.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	340.00	3.80	1,292.00

Figura N° 34. Presupuesto del quinto nivel

Fuente: Elaboración propia

AZD INGENIEROS Consultoría y Construcción		PRESUPUESTO GENERAL DE ESTRUCTURAS				
Obra :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	Fecha:	abr-17			
Consultor:	AZD Ingenieros S.A.C.	Hecho por:	F.A.R.C.			
Propietario	MOTORI SAC	Especialidad:	ESTRUCTURAS			
Ubicación:	Jr. Comandante Jiménez N°188 - 192 - Magdalena					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S./.)	Parcial (S./.)	
07	<b>SEXTO NIVEL</b>				<b>43,701.80</b>	
07.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>43,701.80</b>	
07.01.01	<b>PLACAS</b>					
07.01.02	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	7.40	394.77	2,921.30	
07.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	72.87	36.89	2,688.17	
07.01.04	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	829.00	3.80	3,150.20	
07.01.05	<b>COLUMNA</b>				<b>5,254.30</b>	
07.01.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	3.46	377.46	1,306.01	
07.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	41.00	36.89	1,512.49	
07.01.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	641.00	3.80	2,435.80	
07.01.06	<b>VIGAS</b>				<b>15,080.16</b>	
07.01.06.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	14.00	278.86	3,904.04	
07.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	91.00	41.72	3,796.52	
07.01.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,942.00	3.80	7,379.60	
07.01.07	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>				<b>11,012.19</b>	
07.01.07.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	9.80	259.13	2,539.47	
07.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	115.80	25.77	2,984.17	
07.01.07.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	553.00	3.80	2,101.40	
07.01.07.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15CM P/PARA LOSA ALIGERAD. und		965.00	3.51	3,387.15	
07.01.08	<b>LOSA MACIZA</b>				<b>800.30</b>	
07.01.08.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	0.64	259.13	165.84	
07.01.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	6.40	35.01	224.06	
07.01.08.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	108.00	3.80	410.40	
07.01.09	<b>ESCALERAS</b>				<b>2,795.18</b>	
07.01.09.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	2.61	275.72	719.63	
07.01.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	23.29	55.67	1,296.55	
07.01.09.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	205.00	3.80	779.00	

Figura N° 35. Presupuesto del quinto nivel

Fuente: Elaboración propia

AZD INGENIEROS Consultoría y Construcción		PRESUPUESTO GENERAL DE ESTRUCTURAS				
Obra :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	Fecha:	abr-17			
Consultor:	AZD Ingenieros S.A.C.	Hecho por:	F.A.R.C.			
Propietario	MOTORI SAC	Especialidad:	ESTRUCTURAS			
Ubicación:	Jr. Comandante Jiménez N°188 - 192 - Magdalena					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S./.)	Parcial (S./.)	
08	<b>SEPTIMO NIVEL</b>				<b>42,603.19</b>	
08.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>42,603.19</b>	
08.01.01	<b>PLACAS</b>					
08.01.02	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	7.40	394.77	2,921.30	
08.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	72.87	36.89	2,688.17	
08.01.04	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	829.00	3.80	3,150.20	
08.01.05	<b>COLUMNA</b>				<b>5,254.30</b>	
08.01.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	3.46	377.46	1,306.01	
08.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	41.00	36.89	1,512.49	
08.01.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	641.00	3.80	2,435.80	
08.01.06	<b>VIGAS</b>				<b>16,534.20</b>	
08.01.06.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	16.00	278.86	4,461.76	
08.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	97.00	41.72	4,046.84	
08.01.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	2,112.00	3.80	8,025.60	
08.01.07	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>				<b>9,707.05</b>	
08.01.07.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	8.80	259.13	2,280.34	
08.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	104.20	25.77	2,685.23	
08.01.07.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	446.00	3.80	1,694.80	
08.01.07.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15CM P/PARA LOSA ALIGERAD. und		868.00	3.51	3,046.68	
08.01.08	<b>LOSA MACIZA</b>				<b>800.30</b>	
08.01.08.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	0.64	259.13	165.84	
08.01.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	6.40	35.01	224.06	
08.01.08.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	108.00	3.80	410.40	
08.01.09	<b>ESCALERAS</b>				<b>1,547.67</b>	
08.01.09.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	1.45	275.72	399.79	
08.01.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	13.93	55.67	775.48	
08.01.09.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	98.00	3.80	372.40	

Figura N° 36. Presupuesto del quinto nivel

Fuente: Elaboración propia



## PRESUPUESTO GENERAL DE ESTRUCTURAS

Obra : **VIVIENDA MULTIFAMILIAR**  
 Consultor: **AZD Ingenieros S.A.C.**  
 Propietario: **MOTORI SAC**  
 Ubicación: **Jr. Comandante Jiménez N°188 - 192 - Magdalena**

Fecha: abr-17  
 Hecho por: F.A.R.C.  
 Especialidad: ESTRUCTURAS

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>09</b>	<b>OCTAVO NIVEL</b>				<b>22,377.83</b>
09.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>22,377.83</b>
09.01.01	<b>PLACAS</b>				
09.01.02	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	1.17	394.77	461.88
09.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	10.66	36.89	393.25
09.01.04	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	217.00	3.80	824.60
09.01.05	<b>COLUMNA</b>				<b>5,761.59</b>
09.01.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	3.39	377.46	1,279.59
09.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	60.00	36.89	2,213.40
09.01.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	597.00	3.80	2,268.60
09.01.06	<b>VIGAS</b>				<b>3,941.36</b>
09.01.06.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	4.00	278.86	1,115.44
09.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	16.00	41.72	667.52
09.01.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	568.00	3.80	2,158.40
09.01.07	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>				<b>5,300.61</b>
09.01.07.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	5.00	259.13	1,295.65
09.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	58.00	25.77	1,494.66
09.01.07.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	208.00	3.80	790.40
09.01.07.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15CM P/PARA LOSA ALIGERAD.	und	490.00	3.51	1,719.90
09.01.08.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN TANQUE ELEVADO	m3	4.29	21.06	90.35
09.01.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE TANQUE ELEVADO	m2	22.98	27.27	628.66
09.01.08.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	794.00	3.80	3,017.20
09.01.09	<b>PISCINA</b>				<b>1,960.33</b>
09.01.09.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PISCINA	m3	4.84	13.17	63.74
09.01.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PISCINA	m2	11.78	28.42	334.79
09.01.09.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	411.00	3.80	1,561.80

Figura N° 37. Presupuesto del quinto nivel

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

En este capítulo se presentará el análisis de los resultados relacionados al trabajo productivo, trabajo NO contributivo, rendimiento y la productividad lograda con la aplicación de la filosofía Lean Construction en la vivienda multifamiliar mostrando así resultados de la implementación de un plan de para mejorar la productividad por parte del personal.

#### **5.1 Evaluación de la capacidad de producción del proyecto**

Seguido a esto se detalla el presupuesto destinado a cada nivel de la edificación para cada una de las actividades plantadas en cada partida.

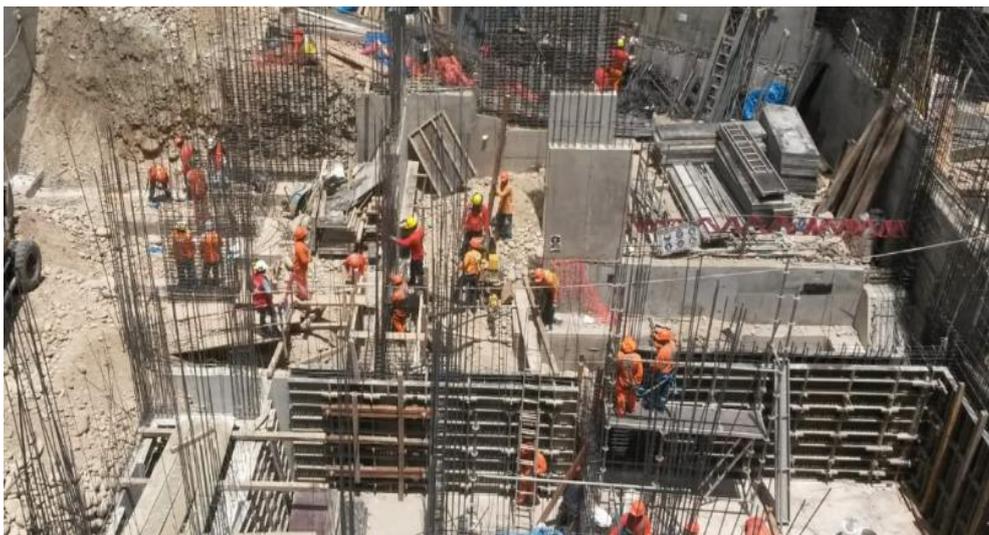


Figura N° 38. Labores de producción en el semi sótano

Fuente: Elaboración propia



## PRESUPUESTO GENERAL DE ESTRUCTURAS

Obra : <b>VIVIENDA MULTIFAMILIAR</b>	Fecha: abr-17
Consultor: <b>AZD Ingenieros S.A.C.</b>	Hecho por: F.A.R.C.
Propietario: <b>MOTORI SAC</b>	Especialidad: ESTRUCTURAS
Ubicación: <b>Jr. Comandante Jiménez Nº188 - 192 - Magdalena</b>	

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>01</b>	<b>SEMISOTANO</b>				<b>181,555.24</b>
01.05	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>135,142.15</b>
01.05.01	<b>ZAPATAS</b>				<b>2,837.84</b>
01.05.01.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS	m3	9.00	232.56	2,093.04
01.05.01.02	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	196.00	3.80	744.80
01.05.02	<b>CISTERNA</b>				<b>31,139.94</b>
01.05.02.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS	m3	37.35	379.03	14,156.77
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE CISTERNA	m2	160.27	30.26	4,849.77
01.05.02.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	3,193.00	3.80	12,133.40
01.05.03	<b>MUROS</b>				<b>49,409.06</b>
01.05.03.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS	m3	51.00	377.46	19,250.46
01.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS	m2	364.00	39.55	14,396.20
01.05.03.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	4,148.00	3.80	15,762.40
01.05.04	<b>PLACAS</b>				<b>12,081.02</b>
01.05.04.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	17.53	394.77	6,920.32
01.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	137.45	36.89	5,070.53
01.05.04.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	23.73	3.80	90.17
01.05.05	<b>COLUMNNA</b>				<b>12,177.69</b>
01.05.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	8.37	377.46	3,159.34
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN COLUMNAS	m2	95.00	36.89	3,504.55
01.05.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,451.00	3.80	5,513.80
01.05.06	<b>VIGAS</b>				<b>11,462.28</b>
01.05.06.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	10.00	278.86	2,788.60
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN VIGAS	m2	69.00	41.72	2,878.68
01.05.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	1,525.00	3.80	5,795.00
01.05.07	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>				<b>11,179.68</b>
01.05.07.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	10.00	259.13	2,591.30
01.05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	118.80	25.77	3,061.48
01.05.07.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	540.00	3.80	2,052.00
01.05.07.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15CM P/PARA LOSA ALIGERAD/und	und	990.00	3.51	3,474.90
01.05.08	<b>LOSA MACIZA</b>				<b>1,633.95</b>
01.05.08.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	0.91	259.13	235.81
01.05.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE LOSAS MACIZAS	m2	9.11	35.01	318.94
01.05.08.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	284.00	3.80	1,079.20
01.05.09	<b>ESCALERAS</b>				<b>3,220.69</b>
01.05.09.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	4.36	275.72	1,202.14
01.05.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN ESCALERAS	m2	23.29	55.67	1,296.55
01.05.09.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	190.00	3.80	722.00

Figura N° 39. Presupuesto del semi sótano

Fuente: Elaboración propia

Para la sintonización de los datos se mostrará el procedimiento que se siguió para para obtener el (HH) parcial y el rendimiento en la partida de concreto especificado para un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en columnas. De esta forma se iniciará desde un análisis de los precios unitarios de la partida de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. De acuerdo al costo unitario presentado el rendimiento o la capacidad de partida es de 25 m<sup>3</sup>/día y al realizar una suma de las HH se vienen a obtener un rendimiento de (1. 78 HH/M<sup>3</sup>) del presupuesto contractual para los fines prácticos del muestreo.

Tabla 7. Costo unitario de una partida de concreto f'c=210 kg/cm2

Partida	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>25.0000</b>	E 25. Q. 0000		Costo unitario directo por: m3	<b>232. 56</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000 023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2. 0000	0.6400	13.75	8.80
0147010 001	CAPATAZ	hh	0. 2000	0.0640	16.00	1.02
0147010 002	OPERARIO	hh	2. 0000	0.6400	14.32	9.16
0147010 003	OFICIAL	hh	1. 0000	0.3200	12.56	4.02
0147010 004	PEON	hh	8. 0000	2.5600	11.35	29.06
						<b>52.06</b>
<b>Materiales</b>						
0205000 003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	40.00	32.00
0205010 004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	34.50	17.25
0221000 000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.4000	14.12	118.61
0239050 000	AGUA	m3		0.1800	6.00	1.08
						<b>168.94</b>
<b>Equipos</b>						
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	52.06	2.60
0348010 011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1. 0000	0.3200	23.00	7.36
0349520 003	VIBRADOR DE 4 HP CAB. =2. 40"	hm	1. 0000	0.3200	5.00	1.60
						<b>11.56</b>

Fuente: Propia

Siguiendo la misma metodología se realiza una memoria de cálculo de la mano de obra y un análisis de precios unitarios en las diversas partidas del presupuesto de los ocho niveles más el semi sótano.

Tabla 8. Informe semanal del registro de producción de la semana 1

Item	Descripción	Und.	Rend. Met	Metrado	Presupuesto y rendimiento anterior acumulado				
					Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)
01	<b>SEMISOTANO</b>								
01.05	<b>CONCRETO ARMADO</b>								
01.05.01	<b>ZAPATAS</b>								
01.05.01.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS	m3	1.78						
01.05.01.02	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	83.33						
01.05.02	<b>CISTERNA</b>								
01.05.02.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS	m3	0.55						
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA	m2	4.00						
01.05.02.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	83.33						
01.05.03	<b>MUROS</b>								
01.05.03.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS	m3	0.55						
01.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS	m2	4.00						
01.05.03.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	83.33						
01.05.04	<b>PLACAS</b>								
01.05.04.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	0.44						
01.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	3.33						
01.05.04.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	83.33						
01.05.05	<b>COLUMNA</b>								
01.05.05.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	0.55						
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	3.33						
01.05.05.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	83.33						
01.05.06	<b>VIGAS</b>								
01.05.06.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	1.11						
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	3.00						
01.05.06.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	83.33						
01.05.07	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>								
01.05.07.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	1.38						
01.05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	5.00						
01.05.07.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	83.33						
01.05.08	<b>LOSA MACIZA</b>								
01.05.08.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	1.38						
01.05.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	4.00						
01.05.08.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	83.33						
01.05.09	<b>ESCALERAS</b>								
01.05.09.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	1.42						
01.05.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	2.00						
01.05.09.03	ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	83.33						

Fuente: Propia

Tabla 9. Informe semanal del registro de producción de la semana 1 acumulado

Descripción	Und.	Presupuesto meta (contractual) _ 1ra semana						Anterior acumulado					
		Metrado	Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)	Metrado	Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)
<b>SEMISOTANO</b>													
<b>CONCRETO ARMADO</b>													
<b>ZAPATAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS	m3	9.00	12.18	1.35	16.02	3.84	1.32	9.00	12.18	1.35	16.02	3.84	1.32
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	196.00	11,596.20	59.16	16,332.68	4,736.48	1.41	196.00	11,596.20	59.16	16,332.68	4,736.48	1.41
<b>CISTERNA</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS	m3	37.35	15.61	0.42	20.54	4.93	1.32	37.35	15.61	0.42	20.54	4.93	1.32
ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE CISTERNA	m2	160.27	576.97	3.60	641.08	64.11	1.11	160.27	576.97	3.60	641.08	64.11	1.11
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	3,193.00	231,483.24	72.50	266,072.69	34,589.45	1.15	3,193.00	231,483.24	72.50	266,072.69	34,589.45	1.15
<b>MUROS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS	m3	12.75	5.89	0.46	7.01	1.12	1.19	12.75	5.89	0.46	7.01	1.12	1.19
ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS	m2	182.00	626.08	3.44	728.00	101.92	1.16	182.00	626.08	3.44	728.00	101.92	1.16
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	2,074.00	133,076.34	64.16	172,826.42	39,750.08	1.30	2,074.00	133,076.34	64.16	172,826.42	39,750.08	1.30
<b>PLACAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>COLUMNA</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN COLUMNAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>VIGAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN VIGAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LOSA MACIZA</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE LOSAS MACIZAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ESCALERAS</b>													
CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN ESCALERAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Propia

Tabla 10. Informe semanal del registro de producción de la semana 2 acumulado

Descripción	Und.	Presupuesto meta (contractual)_ 2da semana						Anterior acumulado					
		Metrado	Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)	Metrado	Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)
<b>SEMISOTANO</b>													
<b>CONCRETO ARMADO</b>													
<b>ZAPATAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS	m3	-	-	-	-	-	-	9.00	12.18	1.35	16.02	3.84	1.32
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	196.00	11,596.20	59.16	16,332.68	4,736.48	1.41
<b>CISTERNA</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS	m3	-	-	-	-	-	-	37.35	15.61	0.42	20.54	4.93	1.32
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA	m2	-	-	-	-	-	-	160.27	576.97	3.60	641.08	64.11	1.11
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	3,193.00	231,483.24	72.50	266,072.69	34,589.45	1.15
<b>MUROS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS	m3	38.25	5.89	0.46	21.04	15.15	0.84	51.00	11.78	0.92	28.05	16.27	2.03
ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS	m2	182.00	626.08	3.44	728.00	101.92	0.86	364.00	1,252.16	3.44	1,456.00	203.84	2.02
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	2,074.00	133,076.34	64.16	172,826.42	39,750.08	0.77	4,148.00	266,152.69	128.33	345,652.84	79,500.15	2.07
<b>PLACAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	8.59	3.06	0.36	3.78	0.72	1.23	8.59	3.06	0.36	3.78	0.72	1.23
ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	57.73	146.10	2.53	192.24	46.14	1.32	57.73	146.10	2.53	192.24	46.14	1.32
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	16.61	1231.93	74.16	1,384.19	152.26	1.12	16.61	1,231.93	74.16	1,384.19	152.26	1.12
<b>COLUMNA</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	4.69	1.91	0.41	2.58	0.67	1.35	4.69	1.91	0.41	2.58	0.67	1.35
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	56.05	147.45	2.63	186.65	39.20	1.27	56.05	147.45	2.63	186.65	39.20	1.27
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	594.91	38667.60	65.00	49,573.85	10,906.25	1.28	594.91	38,667.60	65.00	49,573.85	10,906.25	1.28
<b>VIGAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LOSA MACIZA</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ESCALERAS</b>													
CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Propia

Tabla 11. Informe semanal del registro de producción de la semana 3 acumulado

Descripción	Und.	Presupuesto meta (contractual)_ 3ra semana						Anterior acumulado					
		Metrado	Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)	Metrado	Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)
<b>SEMISOTANO</b>													
<b>CONCRETO ARMADO</b>													
<b>ZAPATAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS	m3	-	-	-	-	-	-	9.00	12.18	1.35	16.02	3.84	1.32
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	196.00	11,596.20	59.16	16,332.68	4,736.48	1.41
<b>CISTERNA</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS	m3	-	-	-	-	-	-	37.35	15.61	0.42	20.54	4.93	1.32
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE CISTERNA	m2	-	-	-	-	-	-	160.27	576.97	3.60	641.08	64.11	1.11
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	3,193.00	231,483.24	72.50	266,072.69	34,589.45	1.15
<b>MUROS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS	m3	-	-	-	-	-	-	51.00	11.78	0.92	28.05	16.27	2.03
ENCOFRADO Y DEENCOF. CARAVISTAS DE MUROS	m2	-	-	-	-	-	-	364.00	1,252.16	6.88	1,456.00	203.84	2.02
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	4,148.00	266,152.69	128.33	345,652.84	79,500.15	2.07
<b>PLACAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	8.94	3.19	0.36	3.93	0.75	1.23	17.53	6.25	0.71	7.71	1.47	2.47
ENCOFRADO Y DEENCOF. EN PLACAS	m2	79.72	201.76	2.53	265.47	63.71	1.32	137.45	347.86	5.06	457.71	109.85	2.63
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	7.12	527.97	74.16	593.23	65.25	1.12	23.73	1,759.90	148.33	1,977.42	217.52	2.25
<b>COLUMNA</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	3.68	1.50	0.41	2.03	0.53	1.35	8.37	3.41	0.81	4.60	1.20	2.70
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	19.95	52.48	2.63	66.43	13.95	1.27	76.00	199.93	5.26	253.08	53.15	2.53
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	856.09	55643.62	65.00	71,337.98	15,694.36	1.28	1,451.00	94,311.23	129.99	120,911.83	26,600.60	2.56
<b>VIGAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS	m2	31.05	79.18	2.55	93.15	13.97	1.18	31.05	79.18	2.55	93.15	13.97	1.18
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	671.00	42,494.97	63.33	55,914.43	13,419.46	1.32	671.00	42,494.97	63.33	55,914.43	13,419.46	1.32
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	48.71	207.01	4.25	594.00	386.99	1.18	48.71	207.01	4.25	594.00	386.99	1.18
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	221.40	15,681.87	70.83	44,998.20	29,316.33	1.18	221.40	15,681.87	70.83	44,998.20	29,316.33	1.18
<b>LOSA MACIZA</b>													
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ESCALERAS</b>													
CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Propia

Tabla 12. Informe semanal del registro de producción de la semana 4 acumulado

Descripción	Presupuesto meta (contractual)_ 4ra semana							Anterior acumulado						
	Und.	Metrado	Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)	Metrado	Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)	
<b>SEMISOTANO</b>														
<b>CONCRETO ARMADO</b>														
<b>ZAPATAS</b>														
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS	m3	-	-	-	-	-	-	9.00	12.18	1.35	16.02	3.84	1.32	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	196.00	11,596.20	59.16	16,332.68	4,736.48	1.41	
<b>CISTERNA</b>														
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS	m3	-	-	-	-	-	-	37.35	15.61	0.42	20.54	4.93	1.32	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA	m2	-	-	-	-	-	-	160.27	576.97	3.60	641.08	64.11	1.11	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	3,193.00	231,483.24	72.50	266,072.69	34,589.45	1.15	
<b>MUROS</b>														
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS	m3	-	-	-	-	-	-	51.00	11.78	0.92	28.05	16.27	2.03	
ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS	m2	-	-	-	-	-	-	364.00	1,252.16	6.88	1,456.00	203.84	2.02	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	4,148.00	266,152.69	128.33	345,652.84	79,500.15	2.07	
<b>PLACAS</b>														
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	-	-	-	-	-	-	17.53	6.25	0.71	7.71	1.47	2.47	
ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	-	-	-	-	-	-	137.45	347.86	5.06	457.71	109.85	2.63	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	23.73	1,759.90	148.33	1,977.42	217.52	2.25	
<b>COLUMNA</b>														
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	-	-	-	-	-	-	8.37	3.41	0.81	4.60	1.20	2.70	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	19.00	49.98	2.63	63.27	13.29	0.54	95.00	249.92	7.89	316.35	66.43	3.07	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	1,451.00	94,311.23	129.99	120,911.83	26,600.60	2.56	
<b>VIGAS</b>														
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	37.95	96.77	2.55	207.00	110.23	1.18	69.00	175.95	5.10	300.15	124.20	2.35	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	854.00	54,084.50	63.33	127,078.25	72,993.75	1.32	1,525.00	96,579.47	126.66	182,992.68	86,413.21	2.63	
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>														
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	70.09	297.89	4.25	594.00	296.11	1.18	118.80	504.90	8.50	1,188.00	683.10	2.35	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	318.60	22,566.60	70.83	44,998.20	22,431.60	1.18	540.00	38,248.47	141.66	89,996.40	51,747.93	2.35	
<b>LOSA MACIZA</b>														
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	3.74	13.15	3.52	36.44	23.29	1.14	3.74	13.15	3.52	36.44	23.29	1.14	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	124.96	9,371.63	75.00	23,665.72	14,294.09	1.11	124.96	9,371.63	75.00	23,665.72	14,294.09	1.11	
<b>ESCALERAS</b>														
CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	10.01	16.42	1.64	46.58	30.16	1.22	10.01	16.42	1.64	46.58	30.16	1.22	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	95.00	6,966.39	73.33	15,832.70	8,866.31	1.14	95.00	6,966.39	73.33	15,832.70	8,866.31	1.14	

Fuente: Propia

Tabla 13. Informe semanal del registro de producción de la semana 5 acumulado

Descripción	Und.	Presupuesto meta (contractual)_ 5ra semana							Anterior acumulado				
		Metrado	Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)	Metrado	Real HH	Rendi. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI(%)
<b>SEMISOTANO</b>													
<b>CONCRETO ARMADO</b>													
<b>ZAPATAS</b>													
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS	m3	-	-	-	-	-	-	9.00	12.18	1.35	16.02	3.84	1.32
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	196.00	11,596.20	59.16	16,332.68	4,736.48	1.41
<b>CISTERNA</b>													
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS	m3	-	-	-	-	-	-	37.35	15.61	0.42	20.54	4.93	1.32
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA	m2	-	-	-	-	-	-	160.27	576.97	3.60	641.08	64.11	1.11
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	3,193.00	231,483.24	72.50	266,072.69	34,589.45	1.15
<b>MUROS</b>													
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN MUROS	m3	-	-	-	-	-	-	51.00	11.78	0.92	28.05	16.27	2.03
ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS	m2	-	-	-	-	-	-	364.00	1,252.16	6.88	1,456.00	203.84	2.02
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	4,148.00	266,152.69	128.33	345,652.84	79,500.15	2.07
<b>PLACAS</b>													
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3	-	-	-	-	-	-	17.53	6.25	0.71	7.71	1.47	2.47
ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2	-	-	-	-	-	-	137.45	347.86	5.06	457.71	109.85	2.63
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	23.73	1,759.90	148.33	1,977.42	217.52	2.25
<b>COLUMNA</b>													
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3	-	-	-	-	-	-	8.37	3.41	0.81	4.60	1.20	2.70
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	-	-	-	-	-	-	95.00	249.92	7.89	316.35	66.43	3.07
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	1,451.00	94,311.23	129.99	120,911.83	26,600.60	2.56
<b>VIGAS</b>													
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3	10.00	8.10	0.81	11.10	3.00	1.37	10.00	8.10	0.81	11.10	3.00	1.37
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	-	-	-	-	-	-	69.00	175.95	5.10	300.15	124.20	2.35
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	1,525.00	96,579.47	126.66	182,992.68	86,413.21	2.63
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>													
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3	10.00	9.66	0.97	13.80	4.14	1.43	10.00	9.66	0.97	13.80	4.14	1.43
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2	-	-	-	-	-	-	118.80	504.90	8.50	1,188.00	683.10	2.35
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	-	-	-	-	-	-	540.00	38,248.47	141.66	89,996.40	51,747.93	2.35
<b>LOSA MACIZA</b>													
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3	0.91	0.92	1.01	1.26	0.34	1.37	0.91	0.92	1.01	1.26	0.34	1.37
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	5.37	18.92	3.52	21.50	2.58	1.14	9.11	32.07	7.04	57.94	25.87	2.27
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	159.04	11,927.52	75.00	13,252.80	1,325.28	1.11	284.00	21,299.15	149.99	36,918.52	15,619.38	2.22
<b>ESCALERAS</b>													
CONCRETO FC=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3	4.36	4.95	1.14	6.19	1.24	1.25	4.36	4.95	1.14	6.19	1.24	1.25
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	13.28	21.77	1.64	26.55	4.78	1.22	23.29	38.20	3.28	73.13	34.94	2.44
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	95.00	6,966.39	73.33	7,916.35	949.96	1.14	190.00	13,932.78	146.66	23,749.05	9,816.27	2.27

Fuente: Propia

### 5.1.1 Curva de productividad

Las curvas de productividad vienen a ser el resultado de los informes semanales realizados, de esta forma se vienen a representar el rendimiento presupuestario, rendimiento y el valor acumulado de las partidas mencionadas anteriormente. Se realizó un cálculo de la productividad del concreto, el encofrado, proceso de desencofrado y acero.

Tabla 14. Curva de productividad de la partida de concreto armado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO ARMADO FC=210 KG/CM2					
Semana	Fecha	Descripción	Rendimiento presupuesto	Rendimiento semanal	Rendimiento semanal acumulado
Semana 1		ISP	1.78	1.35	1.35
Semana 2		ISP	0.55	0.42	1.07
Semana 3		ISP	0.55	0.46	0.92
Semana 4		ISP	0.44	0.36	0.71
Semana 5		ISP	0.55	0.41	0.81
Semana 6		ISP	1.11	1.14	1.14

Fuente: Propia

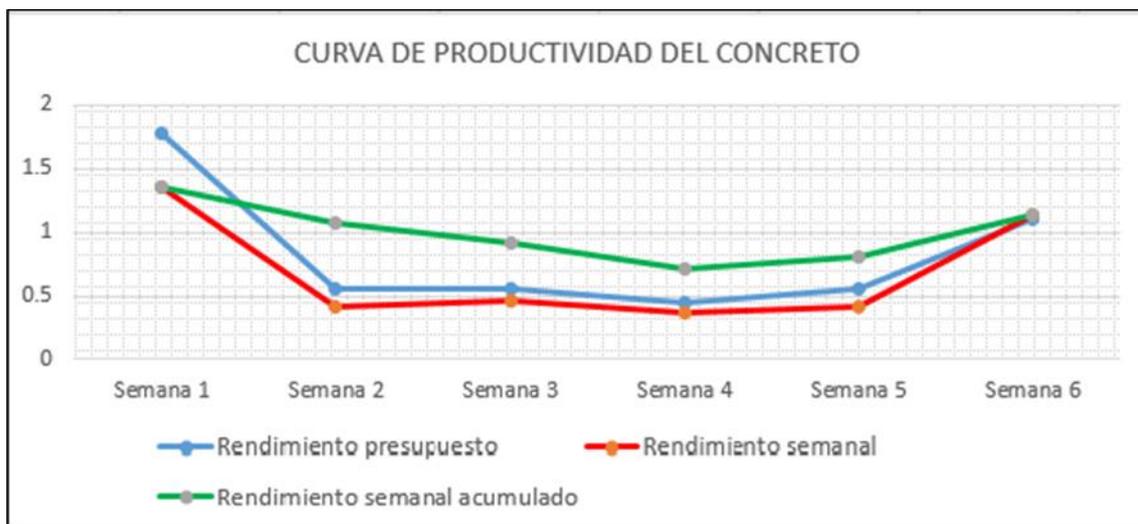


Figura N° 40. Curva de productividad de la partida de concreto armado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Propia

Tabla 15. Curva de productividad de la partida de encofrado y desencofrado

PROCESO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Semana	Fecha	Descripción	Rendimiento presupuesto	Rendimiento semanal	Rendimiento semanal acumulado
Semana 1		ISP	3	1.07	1.07
Semana 2		ISP	4	3.6	3.6
Semana 3		ISP	4	3.44	6.12
Semana 4		ISP	3.33	2.53	5.06
Semana 5		ISP	3.33	2.63	5.26
Semana 6		ISP	3	2.55	2.1

Fuente: Propia

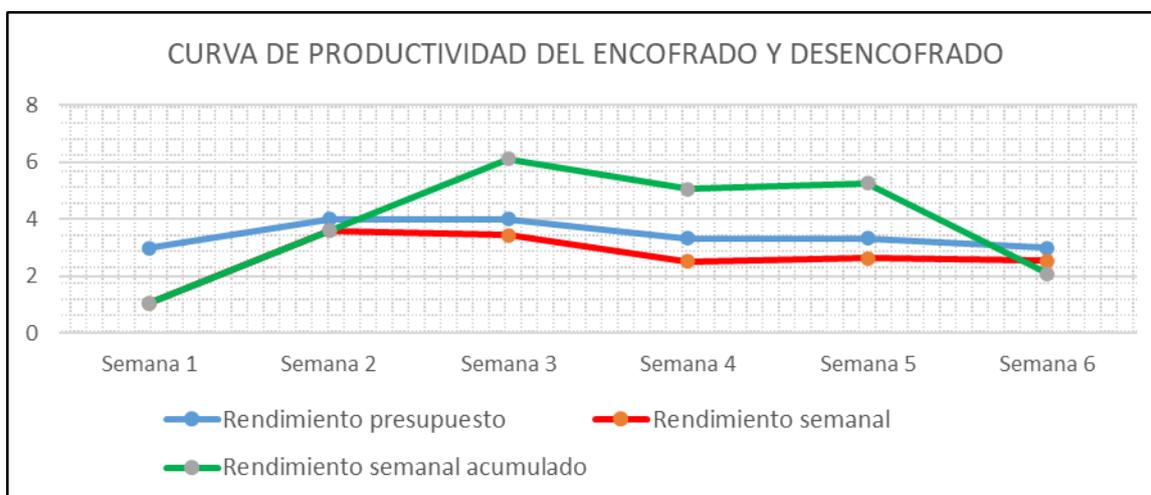


Figura N° 41. Curva de productividad de la partida de encofrado y desencofrado

Fuente: Propia

Tabla 16. Curva de productividad de la partida de acero estructural  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

ACERO ESTRUCTURAL $FY=4200 \text{ KG/CM}^2$					
Semana	Fecha	Descripción	Rendimiento presupuesto	Rendimiento semanal	Rendimiento semanal acumulado
Semana 1		ISP	83.33	59.16	59.16
Semana 2		ISP	83.33	72.5	72.5
Semana 3		ISP	83.33	64.16	128.33
Semana 4		ISP	83.33	74.16	148.33
Semana 5		ISP	83.33	65	129.9
Semana 6		ISP	83.33	63.33	126.66

Fuente: Propia

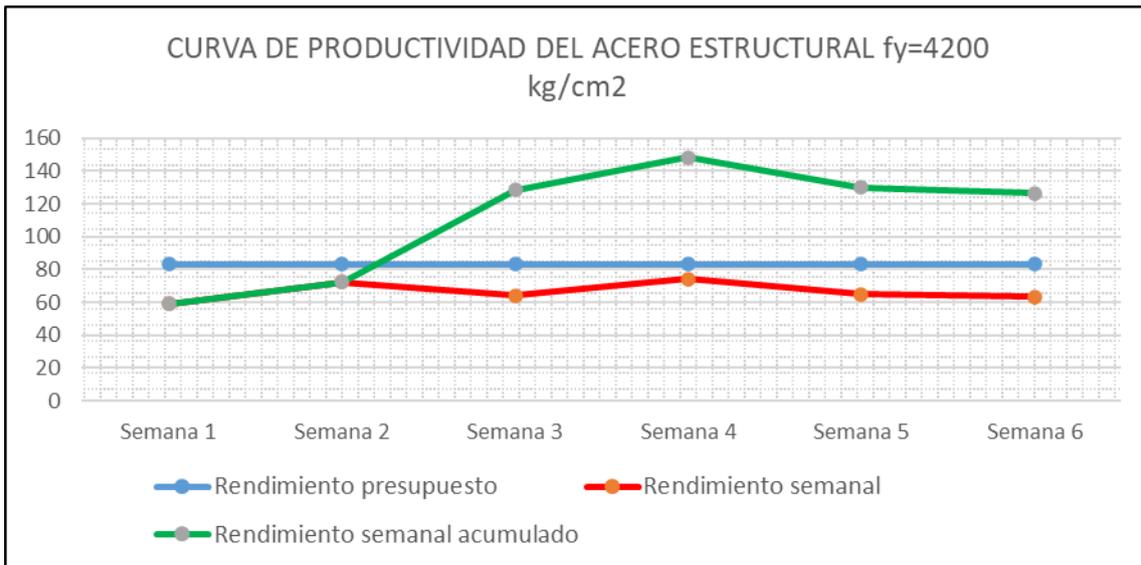


Figura N° 42. Curva de productividad de la partida de acero estructural

Fuente: Propia

## 5.2 Trabajo productivo y trabajado NO contributivo

### a) Análisis de las partidas de concreto armado

Se realizó un análisis de las partidas de concreto armado de los elementos estructurales que componen el proyecto, luego de realizar el análisis se muestran problemas en la producción y por ende una mayor demanda en el tiempo de ejecución del proyecto.

Para realizar el análisis se dividió en dos partes el proceso: Ingreso de los datos y el ingreso de los resultados.

#### ➤ Actividad

Proceso de construcción de la cuadrilla de acero estructural  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>- antes de implementar la metodología Lean Construction (columnas y placas).



Figura N° 43. Colocación de acero en placas, cimentación y columnas

Fuente: Elaboración propia

➤ **Proceso de inspecciones**

La actividad se inicia desde la elaboración de las cimentaciones, iniciando con el corte de las barras de acero y el proceso de dobles de las mismas, para las columnas y parrillas empalmando las varillas verticales y horizontales la actividad se concretará cuando se colocaran los encofrados en el primer en la primera semana.

Recurso mano de obra: En la actividad el acero de acero empleado es el  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$  tanto en columnas y placas obteniendo los recursos de la mano obra, para esta actividad se dispone de:

➤ **Recurso mano de obra:**

En esta actividad se empleará acero de  $f_y= 4200\text{kg/cm}^2$  y se empleará la siguiente cantidad de recursos humanos: capataz 1, operario, oficial 1, peón 6.

➤ **Actividades**

La actividad se dividió en tres procesos que fueron calificados en una carta de balance: Proceso de habilitar el concreto acarreo de materiales, colocación del acero en las columnas y las placas.

➤ **Rendimiento**

Para el análisis diario se deben obtener la producción y recursos reales de la mano de obra de una cuadrilla como la producción que es de 2500 kg, los recursos M. O=148 HH con un rendimiento de 0. 06 HH/Kg.

Tabla 17. Registro de trabajo en partidas de acero sin lean construction

REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS SIN LA APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION								
Colocación de acero fy=4200 kg/cm columnas y placas								
Tiempo (min)	C 1	OP 2	Pe 3	Pe 4	Pe 5	Pe 6	Pe7	Pe8
07:30	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI
07:50	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO
08:10	AH	AH	AH	AH	HC	DC	AH	AH
08:30	CH	CH	CH	HD	HC	DC	HD	HD
08:50	CH	CH	CH	HD	HC	DC	HD	HD
09:10	CH	CH	CH	HD	DC	DC	HD	HD
09:30	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
10:50	CH	CH	CH	AV	AV	AV	HA	HA
11:10	E	E	E	UV	AV	AV	AV	AV
10:30	UV	UV	UV	E	UV	UV	E	E
10:50	UV	UV	OI	OI	HA	HA	HA	HA
11:10	UV	UV	E	E	E	E	E	E
11:30	UV	UV	UV	HA	HA	HA	HD	HD
11:50	HA	UV	HA	HA	HA	HA	HD	HD
12:10	UV	UV	HA	HA	HA	HA	HD	HD
Tiempo de almuerzo (refrigerio)								
13:00	CA	CA	E	E	N	CA	CA	CA
13:20	HA	HA	HD	HA	HA	HA	HD	HD
13:40	UV	UV	HD	HA	HA	HA	HD	HD
14:00	UV	TO	HD	HA	HA	HA	HD	HD
14:20	CA	UV	UV	CA	CA	UV	UV	HD
14:40	UV	UV	UV	UV	UV	UV	UV	CA
15:00	UV	UV	UV	UV	UV	TO	AH	AH
15:20	UV	UV	UV	UV	UV	UV	UV	UV
15:40	UV	CA	UV	UV	AH	AH	UV	UV
16:00	UV	UV	UV	UV	AH	AH	UV	UV
16:20	UV	UV	AH	AH	CA	AH	AH	AH
16:40	AH	AH	TO	AH	TO	AH	AH	CA
17:00	CA	AH	AH	AH	AH	CA	AH	AH

Tabla 18. Distribución de actividades trabajo productivo

<b>Trabajo productivo (TP)</b>	
<b>UV</b>	Ubicación de acero vertical
<b>CH</b>	Colocar el acero horizontal
<b>DC</b>	Disposición de acero (corte)
<b>HD</b>	Dobleces del acero

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Distribución de actividades trabajo contributivo

<b>Trabajo contributivo (TC)</b>	
<b>AA</b>	Acarreo de andamios
<b>HA</b>	Habilitación de andamios
<b>AH</b>	Acarreo de los materiales (horizontal)
<b>AV</b>	Acarreo de los materiales (vertical)
<b>IO</b>	Instrucción de actividades en obra
<b>MC</b>	Medición en campo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Distribución de actividades de trabajo NO productivo

<b>Trabajo NO contributivo (TNC)</b>	
<b>AA</b>	Tiempo de esperas
<b>TO</b>	Tiempo de ocio o refrigerio
<b>TM</b>	Traslado de material improductivo
<b>CI</b>	Cambio de indumentaria (EPP)
<b>CA</b>	Caminatas y viajes improductivos

Fuente: Elaboración propia

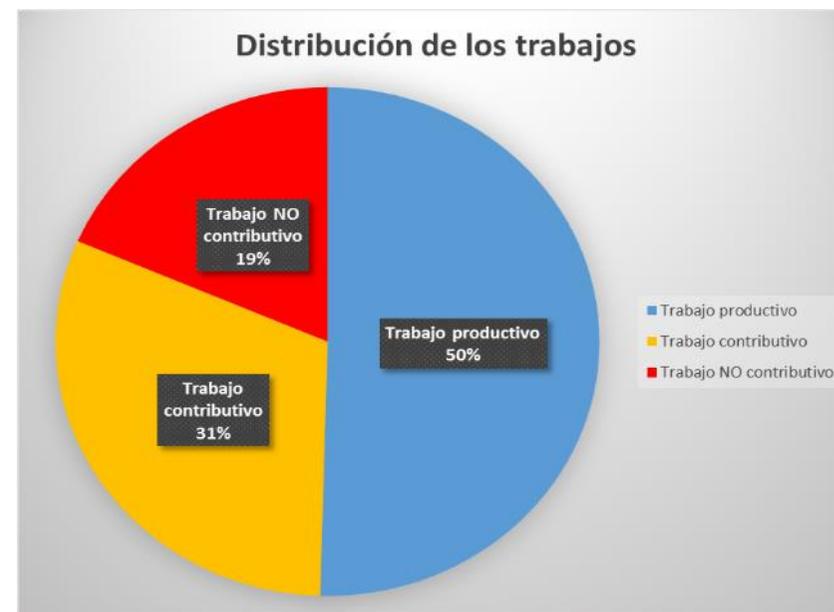


Figura N° 44. Resultado de la distribución de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de acero sin emplear el Lean Construction

<b>REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS SIN LA APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION</b>									
<b>Colocación de acero fy=4200 kg/cm columnas y placas</b>									
Tipo	Legenda	C 1	OP 2	Pe 3	Pe 4	Pe 5	Pe 6	Pe7	Pe8
TP	UV	13	13	8	6	4	4	5	3
	CH	5	5	5	1	1	1	1	1
	DC	0	0	0	0	1	4	0	0
	HD	0	0	3	3	0	0	9	10
TC	AA	0	0	0	0	0	0	0	0
	HA	2	1	2	6	7	7	2	2
	AH	2	3	3	4	3	4	5	4
	AV	0	0	0	1	2	2	1	1
	IO	1	1	1	1	1	1	1	1
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0
	TNC	AA	0	0	0	0	0	0	0
TO		0	1	1	0	1	1	0	0
TM		0	0	0	0	0	0	0	0
CI		1	1	1	1	1	1	1	1
CA		4	3	1	2	2	2	1	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador

Tipo	C 1	OP 2	Pe 3	Pe 4	Pe 5	Pe 6	Pe7	Pe8
Trabajo productivo	64.29%	64.29%	64.00%	40.00%	26.09%	33.33%	57.69%	53.85%
Trabajo contributivo	17.86%	17.86%	24.00%	48.00%	56.52%	51.85%	34.62%	30.77%
Trabajo NO contributivo	17.86%	17.86%	12.00%	12.00%	17.39%	14.81%	7.69%	15.38%

Fuente: Elaboración propia

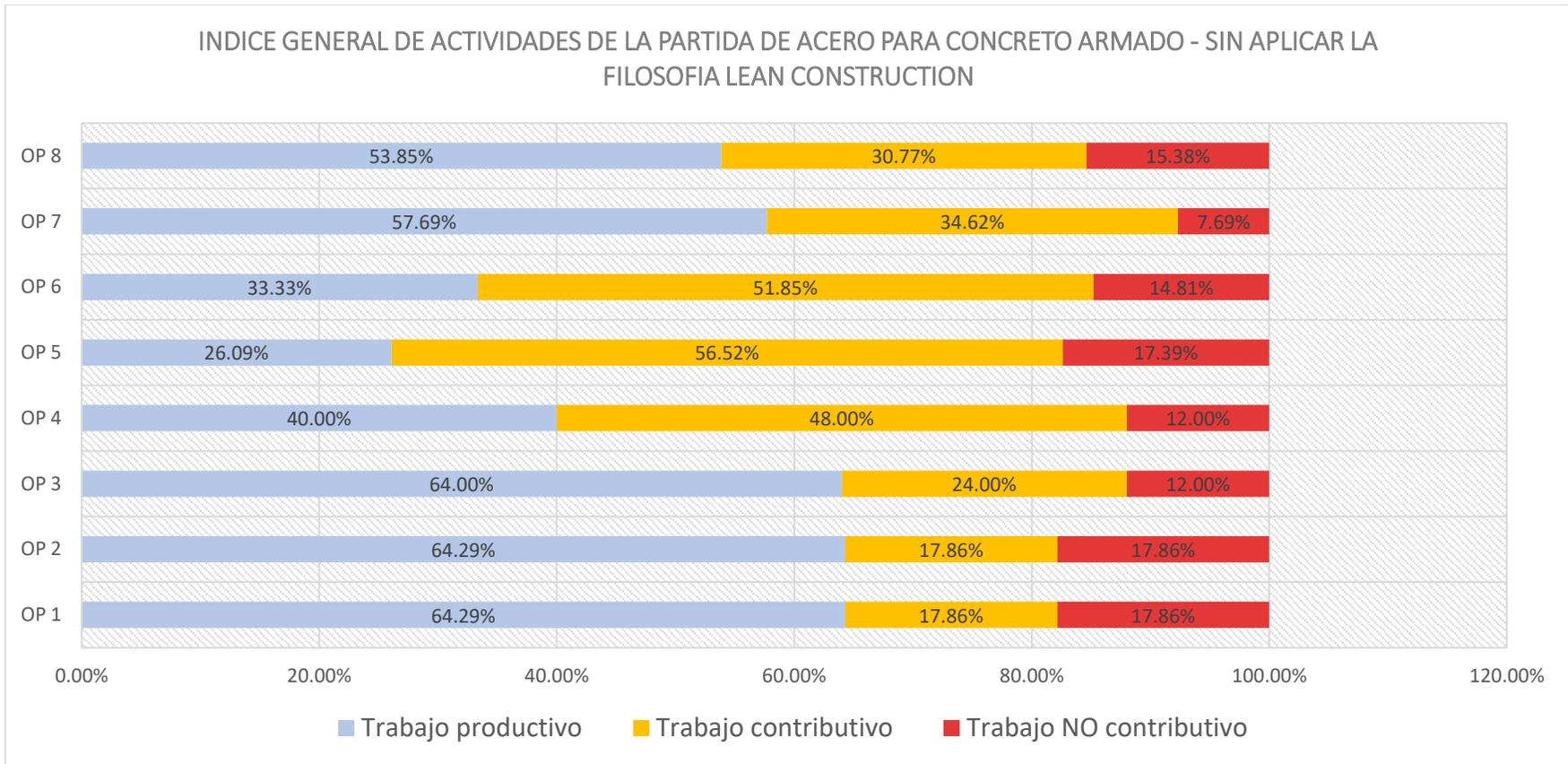


Figura N° 45. Índice general de las actividades de una cuadrilla de acero

Fuente: Elaboración propia

Al realizar una evaluación de las actividades por parte de los aceros se muestra un desorden al momento de desplazarse a los SSHH, hay una alta cantidad de pérdida de tiempo antes y después del tiempo de refrigerio ya que hay un desplazamiento hasta los puntos de acero y tiempos de esperas nulos cuando los trabajadores esperan a que termine su compañero, luego del tiempo de los refrigerios se muestra un desplazamiento de los obreros de la misma manera se observó claramente un exceso en su tiempo de reposo por la gran mayoría de obreros, de la misma forma durante el proceso de traslado de los materiales hay tiempos muertos por los que realizan la puesta del acero.

El proceso de disposición del acero (doblado) es realizado por un solo personal, así como el cortado de los mismos, debido al peso del acero se ve obligado a trabajar con bajas cantidades, el transporte y el periodo de doblado son muy tardados por lo que se tienen un bajo abastecimiento de acero.

➤ **Planteamientos para mejorar el resultado en las cuadrillas**

- Por la necesidad de transporte a los lugares de SSHH se optó por adicionar un servicio de esta forma los obreros tienen oportunidad de hacer uso de estas, sin espera así mismo se limitó las oportunidades de ir al SSHH una vez antes del mediodía y otra después.
- Por la necesidad de descanso de los obreros luego de su hora de refrigerio se
- Para mejorar el caso del lavado y aseo de manos antes del almuerzo se incorporó un dispensador más.
- Para agilizar la disposición de materiales se optó por derivar más personal a estas actividades hasta poner a disposición una cantidad superior a la necesaria para que estos pasen a la colocación de estos mientras el personal encargado de disposición inicialmente no queden desabastecidos luego de este trabajo.

Tabla 23. Registro de trabajo en partidas de acero \_ aplicando la metodología del lean construction

<b>REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLA APLICANDO LEAN CONSTRUCTION</b>								
<b>Colocacion de acero fy=4200 kg/cm columnas y placas</b>								
Tiempo (min)	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 5	OP 6	OP 7	OP 8
07:30	CI							
07:50	IO							
08:10	AH	AH	AH	AH	HC	DC	AH	AH
08:30	CH	CH	CH	HD	HC	DC	HD	HD
08:50	CH	CH	CH	HD	HC	DC	HD	HD
09:10	CH	CH	CH	HD	DC	DC	HD	HD
09:30	CH	CH	CH	CH	CH	CH	HD	HD
19:50	CH	CH	CH	UV	UV	UV	HD	HD
10:10	E	E	E	UV	UV	UV	HD	HD
10:30	UV	UV	UV	AA	UV	UV	AA	AA
11:50	UV	UV	UV	OI	HA	HA	HA	HA
11:10	UV	UV	UV	E	E	E	E	E
11:30	UV	UV	UV	HA	HA	HA	HD	HD
11:50	UV	UV	HA	HA	HA	HA	HD	HD
12:10	UV	UV	HA	HA	HA	HA	HD	HD
<b>Tiempo de almuerzo (refrigerio)</b>								
13:00	CA	CA	E	E	N	CA	CA	CA
13:20	HA	HA	UV	HA	HA	HA	HD	HD
13:40	UV	UV	UV	HA	HA	HA	HD	HD
14:00	UV	UV	UV	UV	UV	UV	HD	HD
14:20	CA	TO	UV	UV	UV	UV	UV	HD
14:40	UV	CA						
15:00	UV	UV	CA	CA	CA	TO	TO	AH
15:20	UV	AH						
15:40	UV	UV	UV	UV	AH	AH	UV	AH
16:00	UV	UV	UV	UV	AH	AH	UV	AH
16:20	UV	UV	UV	UV	AH	AH	AH	AH
16:40	AH	UV	UV	UV	AH	AH	AH	AH
17:00	AH	UV	UV	UV	AH	AH	AH	AH

Tabla 24. Distribución de actividades trabajo productivo

Trabajo productivo (TP)	
<b>UV</b>	Ubicación de acero vertical
<b>CH</b>	Colocar el acero horizontal
<b>HC</b>	Disposición de acero (corte)
<b>HD</b>	Doble del acero

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Distribución de actividades trabajo contributivo

Trabajo contributivo (TC)	
<b>AA</b>	Acarreo de andamios
<b>HA</b>	Habilitación de andamios
<b>AH</b>	Acarreo de los materiales (horizontal)
<b>AV</b>	Acarreo de los materiales (vertical)
<b>IO</b>	Instrucción de actividades en obra
<b>MC</b>	Medición en campo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Distribución de actividades de trabajo NO productivo

Trabajo NO contributivo (TNC)	
<b>AA</b>	Tiempo de esperas
<b>TO</b>	Tiempo de ocio o refrigerio
<b>TM</b>	Traslado de material improductivo
<b>CI</b>	Cambio de indumentaria (EPP)
<b>CA</b>	Caminatas y viajes improductivos

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 46. Resultado de la distribución de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de acero al emplear la metodología Lean Construction

<b>REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS APLICANDO LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION</b>									
<b>Colocación de acero fy=4200 kg/cm columnas y placas</b>									
Tipo	Leyenda	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 5	OP 6	OP 7	OP 8
TP	UV	15	17	15	11	7	7	5	0
	CH	5	5	5	1	1	1	0	0
	DC	0	0	0	0	1	4	0	0
	HD	0	0	0	3	0	0	13	14
TC	AA	0	0	0	1	0	0	1	1
	HA	1	1	3	6	7	7	1	1
	AH	3	1	1	1	5	5	4	8
	AV	0	0	0	0	0	0	0	0
	IO	1	1	1	1	1	1	1	1
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0
	TNC	AA	0	0	0	1	0	0	1
TO		0	1	0	0	0	1	1	0
TM		0	0	0	0	0	0	0	0
CI		1	1	1	1	1	1	1	1
CA		2	1	1	1	1	1	1	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador

Tipo	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 5	OP 6	OP 7	OP 8
Trabajo productivo	71.43%	78.57%	74.07%	55.56%	37.50%	42.86%	62.07%	48.28%
Trabajo contributivo	17.86%	10.71%	18.52%	33.33%	54.17%	46.43%	24.14%	37.93%
Trabajo NO contributivo	10.71%	10.71%	7.41%	11.11%	8.33%	10.71%	13.79%	13.79%

Fuente: Elaboración propia

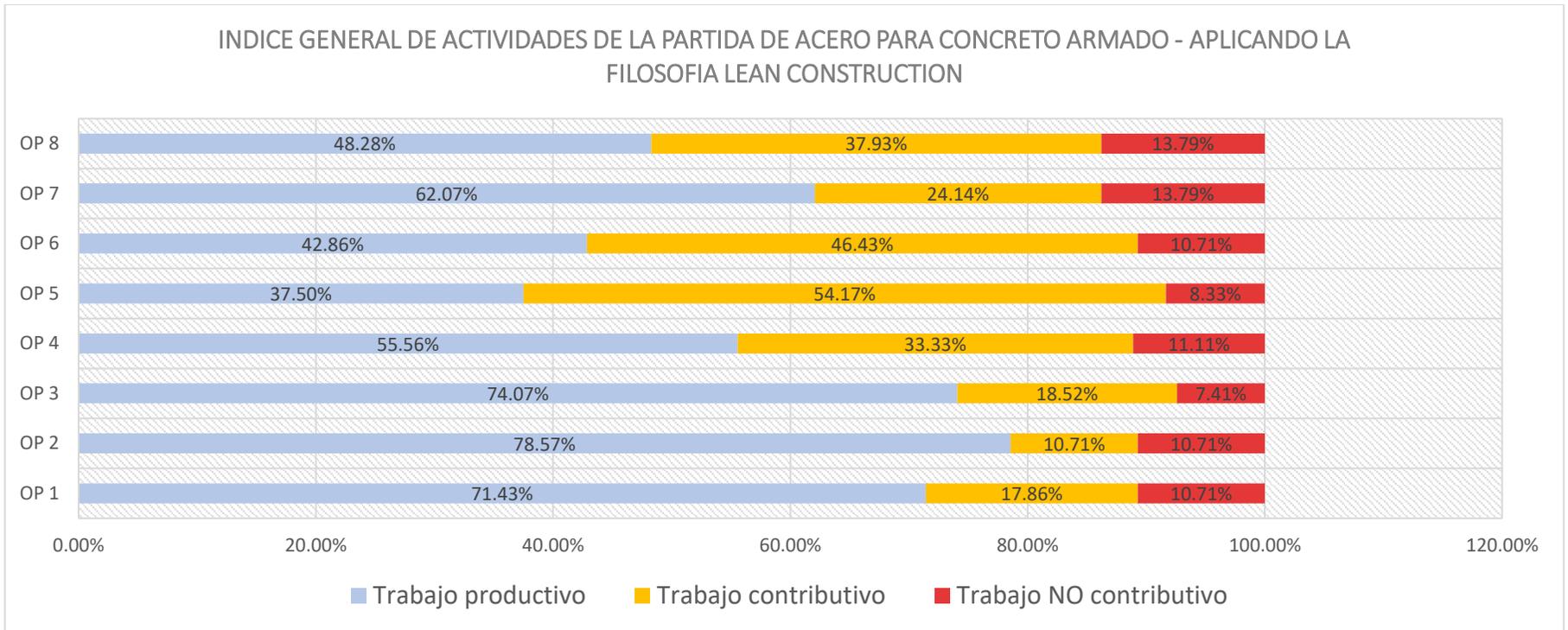


Figura N° 47. Índice general de las actividades de una cuadrilla de acero  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

Luego del análisis se muestra un aumento en el trabajo productivo del personal y trabajo contributivo y el trabajo no productivo desciende notablemente.

En un caso seguido el análisis de la partida de concreto se realizará a partir de una entrada de datos como: Actividad, periodo de medición, mano de obra empleada, la descripción y el rendimiento que presenta.

➤ **Actividad**

Encofrado de cimentación antes de implementar la metodología Lean Construction (columnas y placas)



Figura N° 48. Partida de desencofrado

Fuente: Elaboración propia

➤ **Proceso de inspecciones**

La actividad inicia luego de terminar el proceso de colocación del acero termina en el momento que están correctamente habilitadas para el proceso de vaciado del concreto.

➤ **Recurso mano de obra**

Del parte diario se vienen a adjuntar el anexo de encofrado y desencofrado en cimentaciones, de esta forma. 1 capataz, 1 operario, 1 oficial y 4 peones.

➤ **Actividades**

La actividad corresponde al encofrado de cimentaciones, placas y columnas pos tensadas.

➤ **Rendimiento**

Para el análisis diario se deben obtener la producción y recursos de la mano de obra reales de una cuadrilla como: Producción es 121.71 m<sup>2</sup>, Recursos M. O= 210 HH y un rendimiento de 1.76 HH/m<sup>2</sup>.

Tabla 29. Registro de trabajo en partidas de encofrado \_ sin aplicar la metodología del Lean construction

REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS SIN LA APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION							
ENCOFRADO CARAVISTA							
Tiempo (min)	CP 1	OP 2	OF1	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4
07:30	IO	IO	IO	AM	CI	CI	CI
07:50	IO	LE	LE	AM	AM	CL	TM
08:10	TM	LE	LE	AM	AM	CL	CV
08:30	IO	LE	LE	CV	AM	CL	CV
08:50	CV	LE	LE	CV	TO	CL	CV
09:10	CV	CV	CV	CV	AM	CL	CV
09:30	CV	CV	CV	CV	CFV	SH	CV
09:50	CV	CP	CP	SH	CFV	CL	CV
10:10	CP	SH	CP	CV	CFV	CV	CV
10:30	CP	CP	CP	CV	CFV	CV	CV
10:50	TO	CP	CP	TM	CFV	CV	CV
11:10	CP	CP	CP	CFV	CFV	CV	CV
11:30	CP	AM	AM	CFV	CFV	CV	SH
11:50	TM	SH	AM	CFV	SH	CV	CV
12:10	CP	AM	AM	CFV	CFV	CV	CV
Tiempo de almuerzo (refrigerio)							
13:00	AM	TM	CV	CA	CA	CV	CV
13:20	CA	CV	CV	LE	CL	CV	CV
13:40	AM	TO	CV	TM	CL	CV	CV
14:00	AM	CP	SH	LE	CL	CV	CV
14:20	TO	CP	CV	CVV	CVV	CVV	LE
14:40	IO	CP	CV	CVV	SH	CVV	LE
15:00	SH	CP	CV	CVV	CVV	CVV	LE
15:20	CM	CM	CM	CVV	CVV	TM	LE
15:40	CM	CM	CM	CVV	CVV	SH	SH
16:00	CM	CM	CM	CV	CV	CVV	CVV
16:20	CM	SH	CM	CV	CV	CVV	TO
16:40	CP	CP	CM	CV	CV	CVV	CVV
17:00	CP	CP	TO	CV	CV	CVV	CVV

Tabla 30. Distribución de actividades trabajo productivo

<b>Trabajo productivo (TP)</b>	
<b>CV</b>	Colocación de bordes de zapata
<b>CFV</b>	Colocación de fondos de viga
<b>CP</b>	Colocación de molde de placa
<b>CVV</b>	Colocación de borde de viga

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Distribución de actividades trabajo contributivo

<b>Trabajo contributivo (TC)</b>	
<b>AM</b>	Acarreo de madera
<b>CL</b>	Colocación de laca para desmoldar
<b>CM</b>	Colocación de masquingtape
<b>IO</b>	Instrucciones para el proceso de obra
<b>LE</b>	Limpieza de encofrado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Distribución de actividades de trabajo NO productivo

<b>Trabajo NO contributivo (TNC)</b>	
<b>SH</b>	Ir a los SSHH
<b>TO</b>	Tiempo de ocio
<b>TM</b>	Traslado de material improductiva
<b>CI</b>	Cambio de indumentaria (EPP)
<b>CA</b>	Caminatas y viajes improductivos

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 49. Resultado de la distribución de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de encofrado al emplear la metodología Lean Construction

<b>REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS SIN APLICAR LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION</b>									
<b>ENCOFRADO CARAVISTA</b>									
Tipo	Leyenda	OP 1	OP 2	CA1	OF1	Pe1	Pe2	Pe3	
TP	CV		4	3	8	10	4	12	17
	CFV		0	0	0	4	8	0	0
	CP		7	10	5	0	0	0	0
	CVV		0	0	0	5	4	7	3
TC	AM		3	2	3	3	4	0	0
	CL		0	0	0	0	3	6	0
	CM		4	3	5	0	0	0	0
	IO		4	1	1	0	0	0	0
	LE		0	4	4	2	0	0	4
	SH		2	3	1	1	2	2	2
	TO		2	1	1	0	2	0	1
	TM		2	1	0	2	0	1	1
	CI		0	0	0	0	1	1	1
	TNC	CA		1	1	1	2	1	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador

Tipo	OP 1	OP 2	CA1	OF1	Pe1	Pe2	Pe3
Trabajo productivo	37.93%	44.83%	44.83%	65.52%	55.17%	65.52%	68.97%
Trabajo contributivo	37.93%	34.48%	44.83%	17.24%	24.14%	20.69%	13.79%
Trabajo NO contributivo	24.14%	20.69%	10.34%	17.24%	20.69%	13.79%	17.24%

Fuente: Elaboración propia

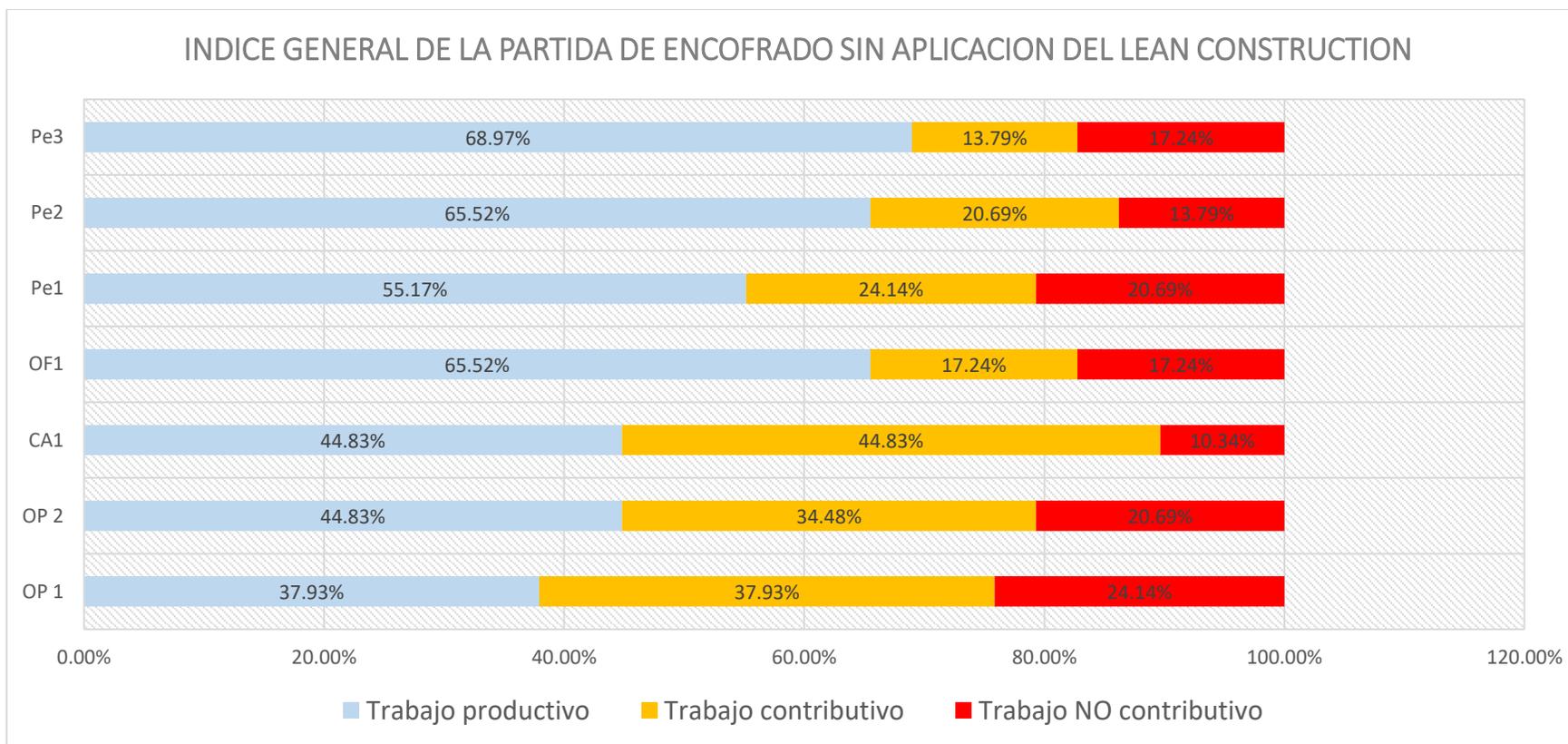


Figura N° 50. Índice general de las actividades de una cuadrilla encofrado

Fuente: Elaboración propia

#### **A) Evaluación de los resultados en la cuadrilla de encofrado**

- Se observa tiempos no contributivos debido al inicio de obra pues algunos peones tienden a cambiarse de indumentaria, además para el proceso de traslado de la madera se muestra un desorden por no tener un lugar adecuado de clavado para la elaboración de las planchas.
- Durante el tiempo de elaboración de los moldes algunos peones se quedan sin hacer nada, al generarse una acumulación de madera en el lugar de trabajo, teniendo un bajo rendimiento de aquellos que vienen realizando los moldes.
- Se pierde tiempo en el tiempo de traslado al SSHH
- El trabajo productivo en el operario y el capataz es relativamente bajo y presentan más trabajo contributivo.

#### **B) Propuesta de mejora para disminuir el trabajo no contributivo**

- Se puso a disposición un equipo para la elaboración de los moldes de esta forma teniendo abastecido al personal que coloca el encofrado y se pondrá a disposición una mayor área adecuada para el trabajo.
- Se mejora las salidas al SSHH de esta forma la cuadrilla de obreros tendrá oportunidad de disponer del SSHH dos veces, antes y después del mediodía.
- Por la necesidad presentada para hidratarse se dispuso un tiempo de 10 min que será reducida a la hora de refrigerio eliminando así un tiempo no contributivo. Al tener un equipo para el proceso de elaboración de moldes se elimina el tiempo de espera y el traslado innecesario de los peones en el momento cuando terminan el proceso de traslado.

Tabla 35. Registro de trabajo en partidas de encofrado \_ sin aplicar la metodología del Lean construction

REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS CON APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION									
Encofrado caravista									
Tiempo (min)	CP 1	OP 2	OF1	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4		
07:30	IO	IO	IO	AM	AM	CL			CV
07:50	IO	LE	LE	AM	AM	CL			CV
08:10	IO	LE	LE	AM	AM	TM			CV
08:30	IO	LE	LE	CV	AM	CL			CV
09:50	SH	LE	LE	CV	AM	CL			CV
09:10	CV	CV	CV	CV	AM	CL			CV
09:30	CV	CV	CV	CV	CFV	CL			CV
09:50	CV	CP	CP	SH	CFV	CL			CV
10:10	CP	CP	CP	CV	CFV	CV			CV
10:30	CP	CP	CP	CV	CFV	CV			CV
10:50	CP	CP	CP	CV	CFV	CV			CV
11:10	CP	CP	SH	CFV	CFV	CV			CV
11:30	CP	AM	AM	CFV	CFV	SH			SH
11:50	SH	SH	AM	CFV	SH	CV			CV
12:10	CP	AM	AM	CFV	CFV	CV			CV
Tiempo de almuerzo (refrigerio)									
13:00	AM	CV	CV	LE	CL	CV			CV
13:20	AM	CV	CV	LE	CL	CV			CV
13:40	AM	CV	CV	LE	CL	CV			CV
14:00	AM	CP	CV	LE	CL	CV			CV
14:20	AM	CP	CV	CVV	CVV	CVV			LE
14:40	IO	CP	CV	CVV	SH	CVV			LE
15:00	SH	SH	CV	CVV	CVV	CVV			LE
15:20	CM	CM	CM	SH	CVV	CVV			LE
15:40	CM	CM	SH	CVV	CVV	SH			SH
16:00	CM	CM	CM	CV	CV	CVV			CVV
16:20	CM	CM	CM	CV	CV	CVV			CVV
16:40	CP	CP	CM	CV	CV	CVV			CVV
17:00	CP	CP	CM	CV	CV	CVV			CVV

Tabla 36. Distribución de actividades trabajo productivo

<b>Trabajo productivo (TP)</b>	
<b>CV</b>	Colocación de bordes de zapata
<b>CFV</b>	Colocación de fondos de viga
<b>CP</b>	Colocación de molde de placa
<b>CVV</b>	Colocación de borde de viga

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Distribución de actividades trabajo contributivo

<b>Trabajo contributivo (TC)</b>	
<b>AM</b>	Acarreo de madera
<b>CL</b>	Colocación de laca para desmoldar
<b>CM</b>	Colocación de masquingtape
<b>IO</b>	Instrucciones para el proceso de obra
<b>LE</b>	Limpieza de encofrado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Distribución de actividades de trabajo NO productivo

<b>Trabajo NO contributivo (TNC)</b>	
<b>SH</b>	Ir a los SSHH
<b>TO</b>	Tiempo de ocio
<b>TM</b>	Traslado de material improductiva
<b>CI</b>	Cambio de indumentaria (EPP)
<b>CA</b>	Caminatas y viajes improductivos

Fuente: Elaboración propia

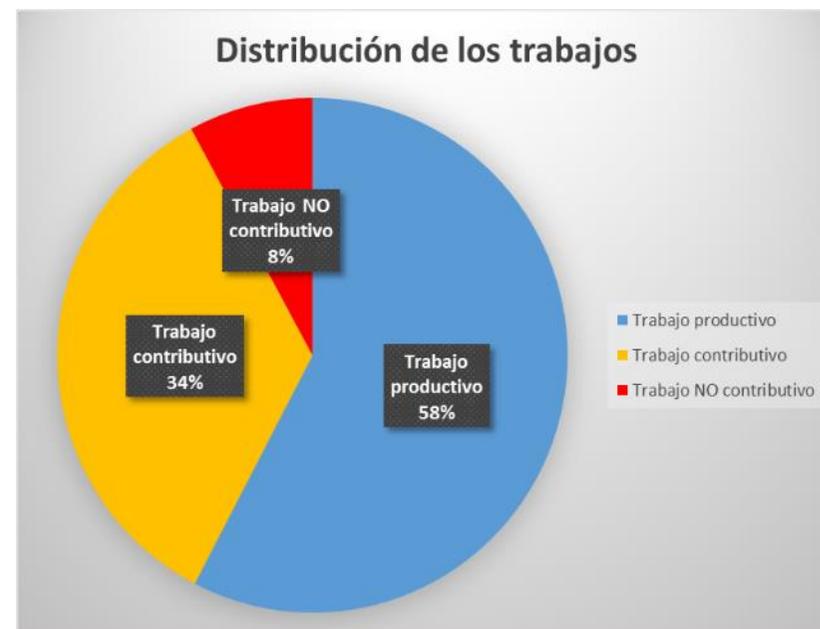


Figura N° 51. Resultado de la distribución de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de encofrado al emplear la metodología Lean Construction

REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS CON LA APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION								
ENCOFRADO CARAVISTA								
Tipo	Leyenda	OP 1	OP 2	CA1	OF1	Pe1	Pe2	Pe3
TP	CV	3	5	9	11	4	11	19
	CFV	0	0	0	5	9	0	0
	CP	9	10	4	0	0	0	0
	CVV	0	0	0	4	4	8	4
TC	AM	5	3	4	3	6	0	0
	CL	0	0	0	0	4	7	0
	CM	4	4	5	0	0	0	0
	IO	5	1	1	0	0	0	0
	LE	0	4	4	4	0	0	4
	SH	3	2	2	2	2	2	2
TNC	TO	0	0	0	0	0	0	0
	TM	0	0	0	0	0	1	0
	CI	0	0	0	0	0	0	0
	CA	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador

Tipo	OP 1	OP 2	CA1	OF1	Pe1	Pe2	Pe3
Trabajo productivo	41.38%	51.72%	44.83%	68.97%	58.62%	65.52%	79.31%
Trabajo contributivo	48.28%	41.38%	48.28%	24.14%	34.48%	24.14%	13.79%
Trabajo NO contributivo	10.34%	6.90%	6.90%	6.90%	6.90%	10.34%	6.90%

Fuente: Elaboración propia

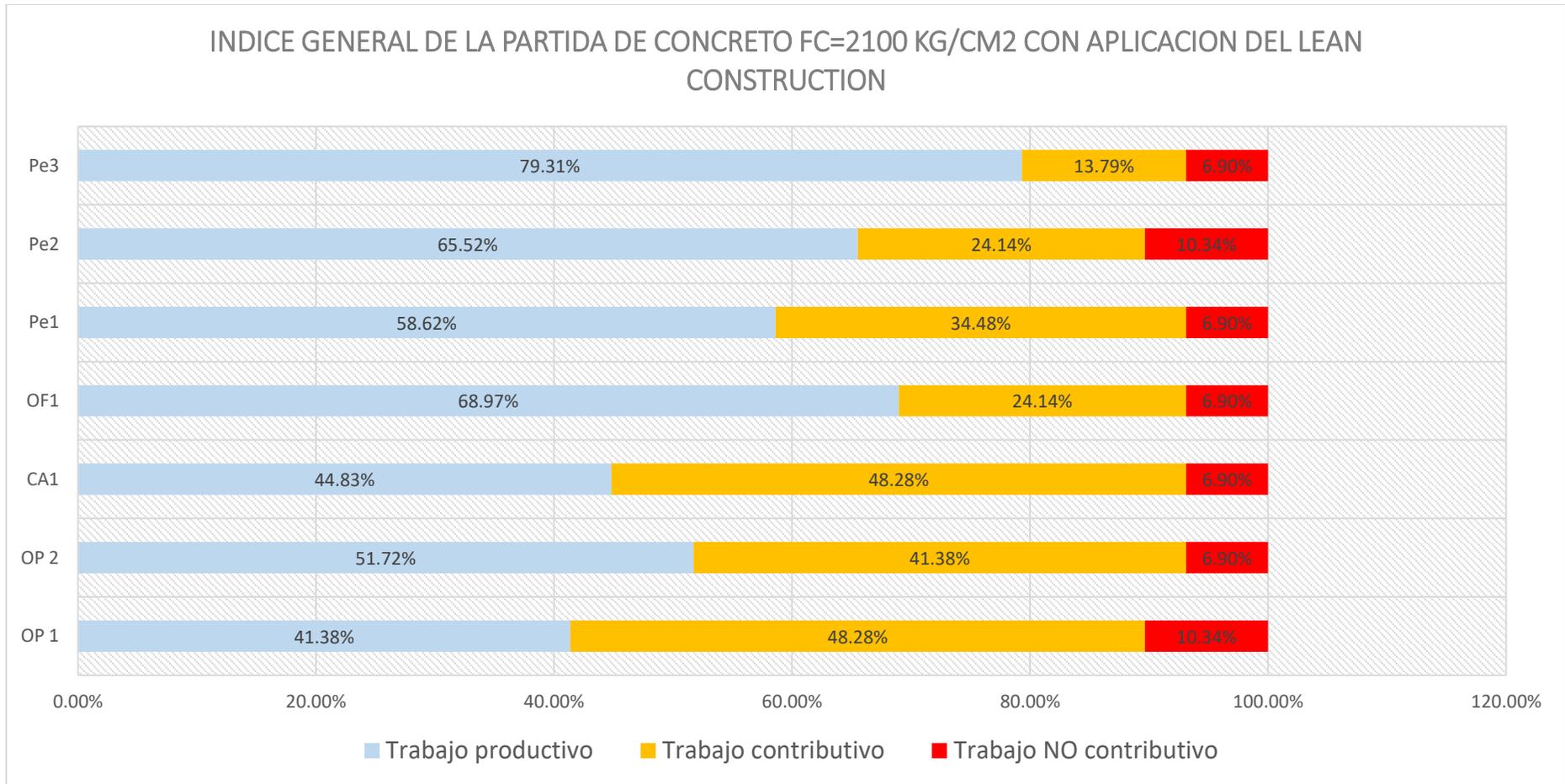


Figura N° 52. Índice general de las actividades de una cuadrilla encofrado

Fuente: Elaboración propia

Luego de terminar el proceso de encofrado se tendrá el proceso de colocación del concreto, para realizar el análisis de la partida de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , de esta forma se involucra los siguientes datos: Actividad, tiempo, mano de obra, rendimiento y descripción. Para luego obtener resultados que luego tendrán que ser analizados.

➤ **Actividad**

Concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en las zapatas antes de implementar la metodología Lean Construction (columnas y placas)



Figura N° 53. Partida de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

➤ **Proceso de inspecciones**

La actividad se inicia el proceso de recepción de la mezcla de la empresa mezcladora para luego verter este mismo sobre los moldes encofrados, con ayuda de algunas varillas se realizará se ayudará en que el concreto llegue a todos los puntos.

➤ **Recurso mano de obra:**

En esta actividad se empleará concreto con un  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , para el proceso de esta actividad de la siguiente cantidad de recursos humanos: Operador de equipo pesado 2, capataz 1, oficial 1, peón 8.

➤ **Actividades**

La actividad se dividió en tres procesos que fueron calificados en una carta de balance: Proceso de habilitar el concreto acarreo de materiales, colocación del acero en las columnas y las placas.

➤ **Rendimiento**

Para el análisis diario se deben obtener la producción y recursos reales de la mano de obra de una cuadrilla como la producción que es de 2500 kg, los recursos M. O=148 HH con un rendimiento de 0. 06 HH/Kg.

Tabla 41. Registro de trabajo en partidas de concreto f'c=210 kg/cm2 sin aplicar la metodología del lean construction

REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS SIN LA APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION												
Concreto F'c =210 kg/cm2 en zapatas												
Tiempo (min)	OP 1	OP 2	CA1	OF1	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8
07:30	IA	IA	IA	IA	VC	TM						
07:50	IA	IA	IA	IA	VC	VC	TM	VC	VC	VC	VC	VC
08:10	OEP	OEP	CA	VC								
08:30	OEP	OEP	OEP	OEP	MG	VC						
08:50	IA	IA	VC	VC	VC	PBC	VC	VC	VC	VC	PBC	VC
09:10	OEP	OEP	VC	VC	VC	PBC	VC	VC	VC	VC	PBC	VC
09:30	IA	OEP	IA	IA	VC	MG	MG	MG	VC	VC	PBC	VC
09:50	OEP	OEP	VC	VC	VC	TO	TM	VC	VC	TO	TO	VC
10:10	SH	SH	SH	LDH	VC	MG	DC	MG	VC	VC	VC	VC
10:30	OEP	OEP	VC	VC	VC	MG	DC	VC	SH	SH	SH	VC
10:50	IA	IA	IA	LDH	VC	TM	PBC	TO	VC	VC	VC	VC
11:10	IA	OEP	LDH	TM	VC	DC	PBC	MG	VC	VC	VC	VC
11:30	OEP	OEP	VC	SH	SH	SH	PBC	MG	VC	VC	VC	VC
11:50	IA	OEP	VC	VC	VC	DC	DC	VC	MG	HA	HA	HA
12:10	OEP	IA	LDH	IA	VC	DC	DC	DC	MG	HA	HA	HA
Tiempo de almuerzo (refrigerio)												
13:00	OEP	OEP	TM	TM	CA	CA	VC	VC	VC	TM	TM	TM
13:20	OEP	OEP	LZV	LZV	TM	TM	VC	VC	VC	VC	VC	VC
13:40	IA	TO	TO	LZV	SH	VC	PBC	VC	VC	TO	VC	VC
14:00	IA	IA	CA	SH	VC	SH	PBC	VC	PBC	VC	VC	VC
14:20	IA	IA	VC	VC	VC	VC	PBC	VC	PBC	VC	VC	VC
14:40	SH	SH	IA	VC	VC	VC	PBC	VC	PBC	SH	SH	SH
15:00	IA	OEP	IA	VC	VC	VC	PBC	VC	VC	VC	VC	VC
15:20	IA	OEP	IA	VC	VC	VC	SH	SH	SH	VC	VC	VC
15:40	IA	IA	IA	VC	VC	VC	VC	VC	PBC	VC	VC	VC
16:00	OEP	IA	SH	SH	LDH	VC	VC	TO	PBC	VC	VC	VC
16:20	OEP	IA	IA	VC	LDH	TO	TO	TO	LDH	LDH	LDH	LDH
16:40	SH	SH	IA	LDH	VC	VC	LDH	LDH	LDH	PBC	LDH	LDH
17:00	OEP	OEP	IA	VC	VC	LDH	VC	VC	PBC	PBC	VC	VC

Tabla 42. Distribución de actividades trabajo productivo

<b>Trabajo productivo (TP)</b>	
<b>VC</b>	Vaciado del concreto
<b>DC</b>	Distribución del concreto
<b>OEP</b>	Operador de equipo pesado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Distribución de actividades trabajo contributivo

<b>Trabajo contributivo (TC)</b>	
<b>MG</b>	Martillo de goma
<b>HA</b>	Habilitación de los andamios
<b>PBC</b>	Proceso de vibrar concreto
<b>LZV</b>	Limpieza de la zona de vaciado
<b>IA</b>	Instrucción de actividades en obra
<b>LDH</b>	limpieza y disposición de herramientas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Distribución de actividades de trabajo NO productivo

<b>Trabajo NO contributivo (TNC)</b>	
<b>SH</b>	Ir a los SSHH
<b>TO</b>	Tiempo de ocio
<b>TM</b>	Traslado de material improductivo
<b>CI</b>	Cambio de indumentaria (EPP)
<b>CA</b>	Caminatas y viajes improductivos

Fuente: Elaboración propia

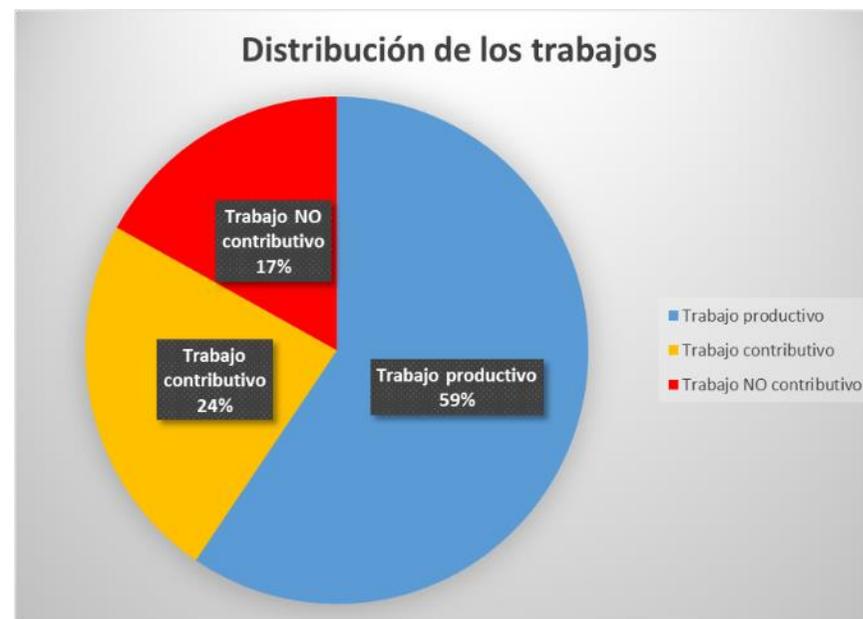


Figura N° 54. Resultado de la distribución de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de concreto sin emplear la metodología Lean Construction

<b>REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS SIN LA APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION</b>														
<b>Colocación de acero fy=4200 kg/cm columnas y placas</b>														
Tipo	Leyenda	OP 1	OP 2	CA1	OF1	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8	
TP	VC	0	0	7	13	21	11	9	17	15	17	16	21	
	DC	0	0	0	0	0	3	4	1	0	0	0	0	
	OEP	13	15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MG	0	0	0	0	1	3	1	4	2	0	0	0	
TC	HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	
	PBC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	LZV	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	IA	13	10	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
	LDH	0	0	3	4	3	2	2	2	2	2	1	2	2
	SH	3	3	2	3	2	2	1	1	2	2	2	2	1
	TO	0	1	1	0	0	2	1	3	0	2	1	0	
TNC	TM	0	0	1	2	1	2	1	0	1	2	1	1	
	CI	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	
	CA	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador

Tipo	OP 1	OP 2	CA1	OF1	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8
Trabajo productivo	44.83%	51.72%	27.59%	48.28%	72.41%	51.85%	61.90%	62.07%	65.22%	62.96%	61.54%	72.41%
Trabajo contributivo	44.83%	34.48%	51.72%	34.48%	13.79%	18.52%	14.29%	20.69%	17.39%	11.11%	19.23%	17.24%
Trabajo NO contributivo	10.34%	13.79%	20.69%	17.24%	13.79%	29.63%	23.81%	17.24%	17.39%	25.93%	19.23%	10.34%

Fuente: Elaboración propia

### INDICE GENERAL DE LA PARTIDA DE CONCRETO FC=2100 KG/CM2 SIN APLICACION DEL LEAN CONSTRUCTION

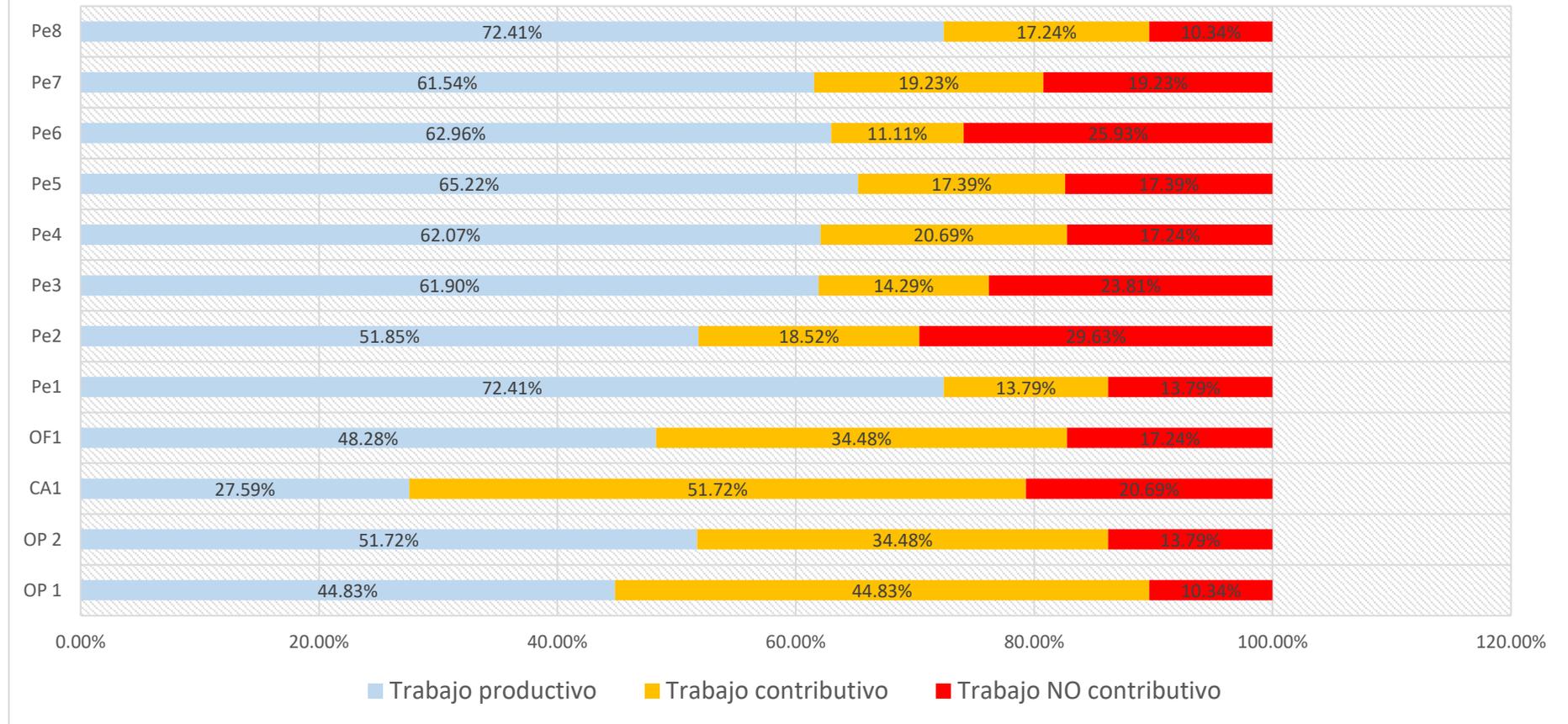


Figura N° 55. Índice general de las actividades de una cuadrilla de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

**a) Análisis de resultados**

- Hay un tiempo perdido en la recepción de la mezcla y un tiempo de espera por parte de los peones en tanto el capataz y los oficiales vienen tan solo realizando coordinaciones realizando menos trabajo productivo y más trabajo contributivo.
- Se mostró una gran necesidad de hidratación de los trabajadores debido al trabajo pesado que se realiza por la misma actividad perdiendo tiempo en el SSHH, tiempo de hidratación a deshoras y de forma desordenada.
- El uso de las varillas y martillos de goma no son lo suficiente mente buenos para evitar las cangrejas y vacíos.

**b) Propuestas de mejora en trabajo en las cuadrillas**

- Se optó por agilizar el tiempo el proceso de recepción de material y coordinar mejor los horarios.
- Debido a una necesidad que tienen los obreros de hidratarse por un trabajo acelerado y pesado por el mismo proceso de fraguado del concreto se dispuso conceder un tiempo de 15 min.
- Se vio conveniente la implementación de vibradoras para que el capataz y el oficial realicen el proceso de vibrado asegurando un trabajo más eficiente y rápido.

Tabla 47. Registro de trabajo en partidas de concreto f'c=210 kg/cm2 \_aplicando la metodología del lean construction

REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS SIN LA APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION												
Concreto F'c =210 kg/cm2 en zapatas												
Tiempo (min)	OP 1	OP 2	CA1	OF1	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8
07:30	IA	IA	IA	IA	VC	CI						
07:50	IA	IA	IA	IA	VC							
08:10	OEP	OEP	OEP	VC								
08:30	OEP	OEP	OEP	OEP	MG	VC						
08:50	IA	IA	VC	VC	MG	PBC	VC	VC	VC	VC	PBC	VC
09:10	OEP	OEP	VC	VC	VC	PBC	VC	VC	VC	VC	PBC	VC
09:30	IA	OEP	IA	IA	VC	MG	MG	MG	VC	VC	PBC	VC
09:50	OEP	OEP	VC	VC	VC	MG	DC	VC	VC	VC	VC	VC
10:10	SH	SH	SH	LDH	VC	SH	SH	SH	VC	VC	VC	VC
10:30	OEP	OEP	VC	VC	VC	MG	DC	VC	SH	SH	SH	VC
10:50	IA	IA	IA	LDH	VC	DC	PBC	VC	VC	VC	VC	VC
11:10	IA	OEP	LDH	LDH	VC	DC	PBC	MG	VC	VC	VC	VC
11:30	OEP	OEP	VC	LDH	VC	DC	PBC	MG	VC	VC	VC	VC
11:50	IA	OEP	VC	VC	VC	DC	DC	VC	MG	HA	HA	HA
12:10	OEP	IA	LDH	IA	VC	DC	DC	DC	MG	HA	HA	HA
Tiempo de almuerzo (refrigerio)												
13:00	OEP	OEP	VC									
13:20	OEP	OEP	LZV	LZV	VC							
13:40	IA	OEP	LZV	LZV	SH	VC	PBC	VC	VC	VC	VC	VC
14:00	IA	IA	CA	SH	VC	PBC	PBC	VC	PBC	VC	VC	VC
14:20	IA	IA	VC	VC	VC	VC	PBC	VC	PBC	VC	VC	VC
14:40	SH	SH	IA	VC	VC	VC	PBC	VC	PBC	SH	SH	SH
14:00	IA	OEP	IA	VC	VC	VC	PBC	VC	VC	VC	VC	VC
15:20	IA	OEP	IA	VC	VC	SH	SH	SH	SH	VC	VC	VC
15:40	IA	IA	VC	VC	VC	VC	VC	VC	PBC	VC	VC	VC
16:00	OEP	IA	VC	VC	LDH	VC	VC	VC	PBC	VC	VC	VC
16:20	OEP	IA	IA	VC	LDH	VC	LDH	LDH	LDH	LDH	LDH	LDH
16:40	OEP	IA	IA	LDH	VC	VC	LDH	LDH	LDH	PBC	LDH	LDH
17:00	OEP	OEP	IA	VC	VC	LDH	VC	VC	PBC	PBC	VC	VC

Tabla 48. Distribución de actividades trabajo productivo

<b>Trabajo productivo (TP)</b>	
<b>VC</b>	Vaciado del concreto
<b>DC</b>	Distribución del concreto
<b>OEP</b>	Operador de equipo pesado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Distribución de actividades trabajo contributivo

<b>Trabajo contributivo (TC)</b>	
<b>MG</b>	Martillo de goma
<b>HA</b>	Habilitación de los andamios
<b>PBC</b>	Proceso de vibrar concreto
<b>LZV</b>	Limpieza de la zona de vaciado
<b>IA</b>	Instrucción de actividades en obra
<b>LDH</b>	limpieza y disposición de herramientas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Distribución de actividades de trabajo NO productivo

<b>Trabajo NO contributivo (TNC)</b>	
<b>SH</b>	Ir a los SSHH
<b>TO</b>	Tiempo de ocio
<b>TM</b>	Traslado de material improductivo
<b>CI</b>	Cambio de indumentaria (EPP)
<b>CA</b>	Caminatas y viajes improductivos

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 56. Resultado de la distribución de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Nivel general de las actividades en la cuadrilla de concreto empleando la metodología Lean Construction

<b>REGISTRO DEL TRABAJO DE LAS CUADRILLAS SIN LA APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION</b>													
<b>Colocación de acero fy=4200 kg/cm columnas y placas</b>													
Tipo	Leyenda	OP 1	OP 2	CA1	OF1	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8
TP	VC	0	0	10	15	23	13	10	19	15	20	18	22
	DC	0	0	0	0	0	5	4	1	0	0	0	0
	OEP	14	16	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TC	MG	0	0	0	0	2	3	1	3	3	0	0	0
	HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3
	PBC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LZV	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	IA	13	11	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	LDH	0	0	3	6	3	2	3	3	2	1	2	2
TNC	SH	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1
	TO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CI	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	CA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Valores acumulados del trabajo realizado por cada trabajador

Tipo	OP 1	OP 2	CA1	OF1	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8
Trabajo productivo	48.28%	55.17%	41.38%	55.17%	79.31%	69.23%	66.67%	68.97%	65.22%	74.07%	69.23%	75.86%
Trabajo contributivo	44.83%	37.93%	51.72%	41.38%	17.24%	19.23%	19.05%	20.69%	21.74%	14.81%	19.23%	17.24%
Trabajo NO contributivo	6.90%	6.90%	6.90%	3.45%	3.45%	11.54%	14.29%	10.34%	13.04%	11.11%	11.54%	6.90%

Fuente: Elaboración propia

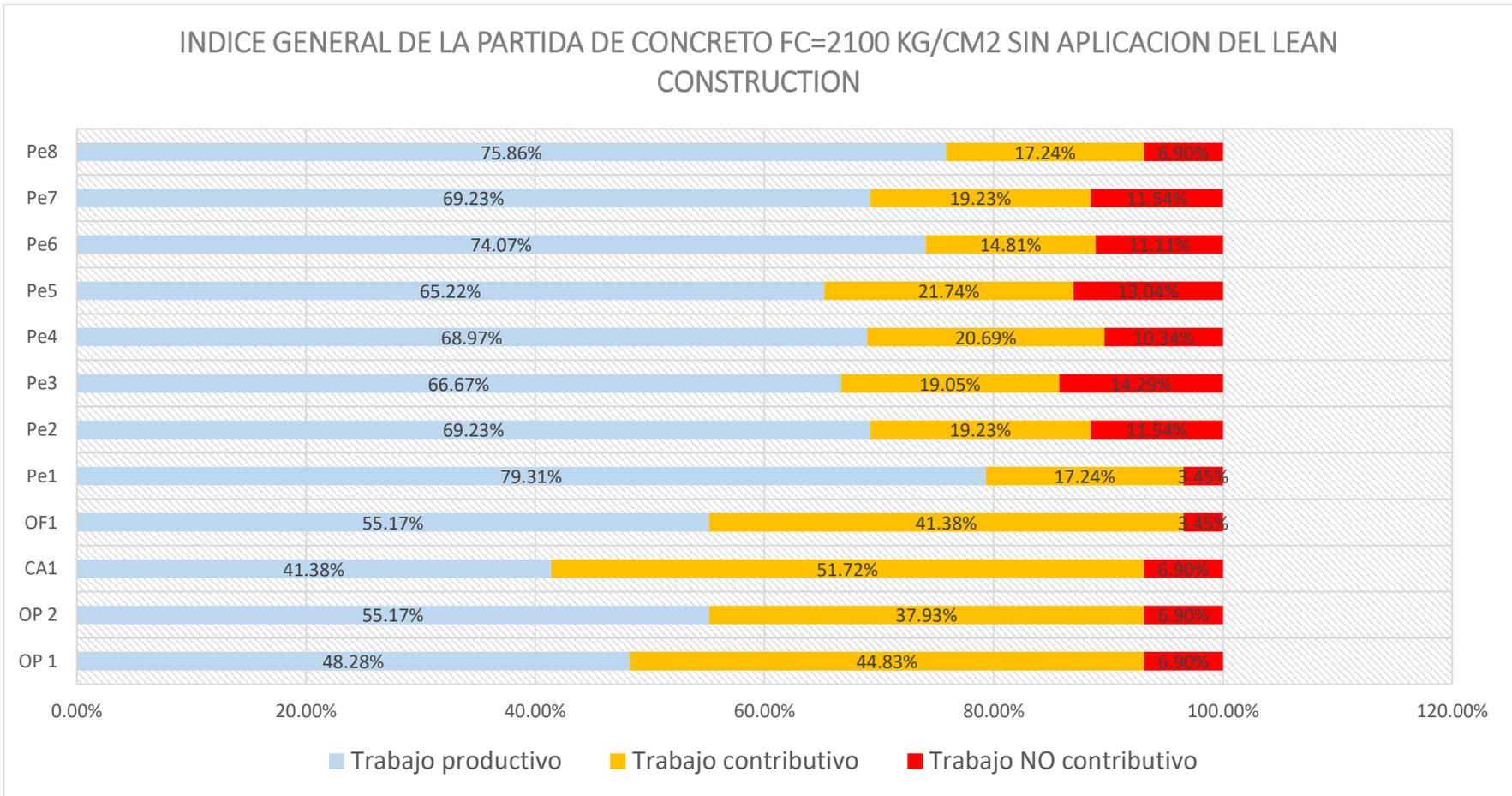


Figura N° 57. Índice general de las actividades de una cuadrilla de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

### **5.3 Programación maestra**

En función al cronograma de partidas se muestra un resumen en la programación dando, así como inicio de la obra jueves 07/06/2018, con 176 días calendarios para su ejecución de los 8 pisos y el semi sótano, programando de esta forma un periodo de 7 semanas en el semi sótano mostrado en la figura N° 56 y 4 semanas del primer al 8vo nivel.

#### **a) Programación semanal detallada**

Se muestra una distribución semanal en las partidas de acero, concreto y encofrado, antes y después de implementar la filosofía Lean Construction, controlando de esta forma las actividades calificándose un avance diario.

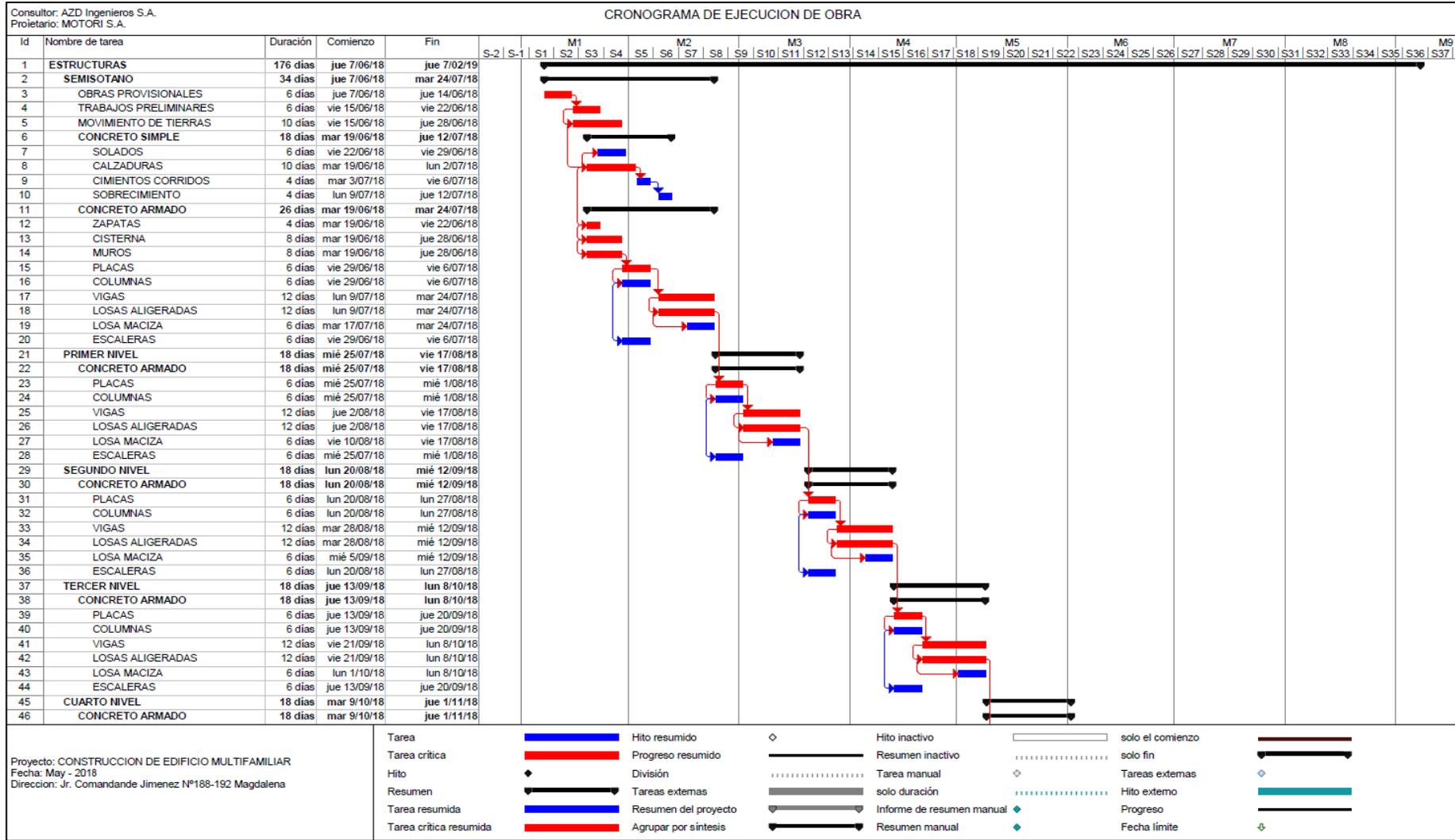


Figura N° 58. Programación maestra del semi sótano al 4to nivel

Fuente: Elaboración propia



## b) Análisis de las restricciones

Se realizará un análisis de las restricciones que se mostraron en la primera semana sin emplear el Lean Construction para esto se realizó un cuadro de restricciones en las que se especifican los eventos que se tuvieron.

Tabla 53. Restricciones clasificación

<b>TA</b>	Trabajo anticipado	Partida no culminada para la continuación de los trabajos
<b>MO</b>	Mano de obra	Cuadrilla sin una cantidad de obreros necesaria
<b>M</b>	Material	Requerimiento de materiales pendiente
<b>HE</b>	Herramientas y equipos	Requerimiento de herramientas y equipos pendientes
<b>IF</b>	Información	Falta de planos y especificaciones
<b>PI</b>	Programación	Falta de revisión y seguimiento en la programación
<b>AE</b>	Agentes externos	Agentes y motivos ajenos no pertenecientes a la obra
<b>E</b>	Espacio	No se cuenta con espacio disponibles para realizar los trabajos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Análisis de las restricciones presentadas en la 1ra semana

ACTIVIDAD	SEMANA 1							TRABAJ O A	MANO O	MATERI A I	HERRA. F	INFORM A	PROGRA	Agent. E	Espacio	Descripci ón
	L	M	M	J	V	S	D									
<b>SEMISOTANO</b>																
<b>CONCRETO ARMADO</b>																
<b>ZAPATAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS					IF	IF							X			
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	E	E	E												X	Falta de espacio para almacenamiento de acero
<b>CISTERNA</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS				M	M	M										Indisposición de materiales
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA					E	E									X	Falta de espacio para almacenamiento de acero
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	AE	E	E												X	
<b>MUROS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS																
ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS				MO	MO	MO										Deficiente asignación de actividades
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2		E	E		PI										X	Falta de espacio para almacenamiento de acero
<b>PLACAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS																
ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>COLUMNA</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>VIGAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>LOSA MACIZA</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>ESCALERAS</b>																
CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																

Fuente: Elaboración propia

Al realizar una evaluación de casos presentados para la segunda semana implementando la filosofía lean construction mostrando así las restricciones que se fueron a encontrar en cada semana.

Tabla 55. Análisis de las restricciones presentadas en la 2da semana

ACTIVIDAD	SEMANA 2							TRABAJO A.	MANO O.	MATERIAL	HERRA. E.	INFORMA.	PROGRA.	Agent. E	Espacio	Descripción
	L	M	M	J	V	S	D									
<b>SEMISOTANO</b>																
<b>CONCRETO ARMADO</b>																
<b>ZAPATAS</b>																
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS	HE	AE								X				X		Impuntualidad del mixer para el vaciado
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>CISTERNA</b>																
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS		AE												X		
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE CISTERNA				PI	PI								X			
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>MUROS</b>																
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN MUROS		AE												X		
ENCOFRADO Y DEENCOF. CARAVISTAS DE MUROS					TA	TA		X								Partida no culminada en desencofrado
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2						E									X	
<b>PLACAS</b>																
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN PLACAS		AE												X		
ENCOFRADO Y DEENCOF. EN PLACAS				TA	TA			X								Falta desencofrar
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2				IF						X						
<b>COLUMNA</b>																
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN COLUMNA																
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>VIGAS</b>																
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN VIGAS																
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>																
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS																
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>LOSA MACIZA</b>																
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA																
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>ESCALERAS</b>																
CONCRETO FC=210 KG/CM2. EN ESCALERA																
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ESCALERAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Análisis de las restricciones presentadas en la 3ra semana

ACTIVIDAD	SEMANA 3							TRABAJO	MANO O.	MATERIAL	HERRA. E.	INFORMA.	PROGRA.	Agent. E	Espacio	Descripción
	L	M	M	J	V	S	D									
<b>SEMISOTANO</b>																
<b>CONCRETO ARMADO</b>																
<b>ZAPATAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>CISTERNA</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>MUROS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS																
ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>PLACAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS																
ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>COLUMNA</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>VIGAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGRARADAS																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>LOSA MACIZA</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>ESCALERAS</b>																
CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Análisis de las restricciones presentadas en la 4ta semana

ACTIVIDAD	SEMANA 4							TRABAJA A MANO O.	MATERIAL	HERRA. E.	INFORMA.	PROGRA.	Agent. E	Espacio	Descripción
	L	M	M	J	V	S	D								
<b>SEMISOTANO</b>															
<b>CONCRETO ARMADO</b>															
<b>ZAPATAS</b>															
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS															
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2															
<b>CISTERNA</b>															
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS															
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE CISTERNA															
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2															
<b>MUROS</b>															
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN MUROS															
ENCOFRADO Y DEENCOF. CARAVISTAS DE MUROS		PI										X			
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2															
<b>PLACAS</b>															
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN PLACAS							AE						X		
ENCOFRADO Y DEENCOF. EN PLACAS		PI	PI									X			Realizar seguimiento de la obra
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2															
<b>COLUMNA</b>															
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN COLUMNA		MO	MO				AE	AE		X				X	
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNAS					MO	MO				X					
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2			HE	HE							X				deterioro de la herramienta para doblado
<b>VIGAS</b>															
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN VIGAS							AE	AE						X	
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS					IF	IF						X			Revisión de planos para disposición de vigas
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2			MO	MO						X					Colocación de encofrado
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>															
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS															
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS															
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2															
<b>LOSA MACIZA</b>															
CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA															
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS															
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2															
<b>ESCALERAS</b>															
CONCRETO FC=210 KG/CM2. EN ESCALERA			HE	HE											
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ESCALERAS				MO	MO					X					
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2					IF	IF							X		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. Análisis de las restricciones presentadas en la 5ta semana

ACTIVIDAD	SEMANA 5							TRABAJO A	MANO O.	MATERIAL	HERRA. E.	INFORMA.	PROGRA.	Agent. E	Espacio	Descripción
	L	M	M	J	V	S	D									
Descripción																
<b>SEMISOTANO</b>																
<b>CONCRETO ARMADO</b>																
<b>ZAPATAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>CISTERNA</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>MUROS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS																
ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>PLACAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS																
ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>COLUMNA</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>VIGAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>LOSA MACIZA</b>																
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																
<b>ESCALERAS</b>																
CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA																
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS																
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2																

Fuente: Elaboración propia

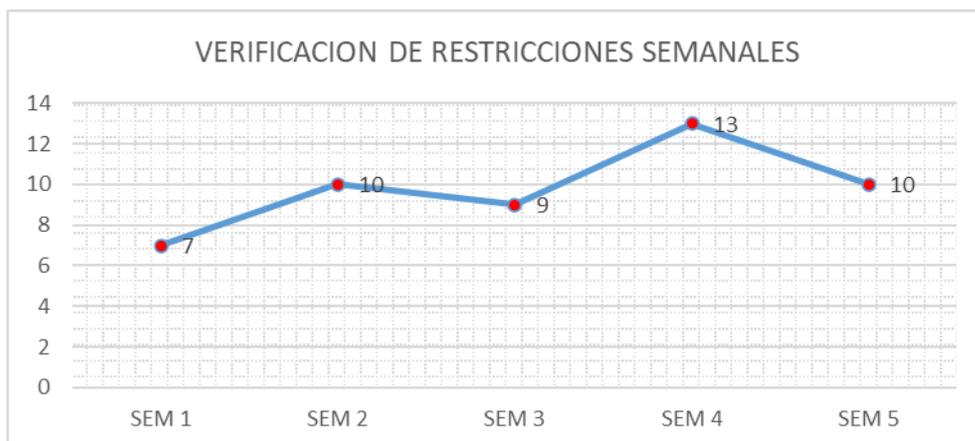


Figura N° 60. Restricciones por semana

Fuente: Elaboración propia

De caso final se obtienen un PPC (porcentaje de programas cumplidos) para todas las semanas en estudio las que se muestran:

Tabla 59. Porcentaje del plan en el semi sótano en partidas de concreto

Porcentaje de plan cumplimiento	Actividades programadas	Cumplimiento de tareas	PPC (%)	Tareas programadas acumuladas	Acumulación de tareas acumuladas	PPC (%) acumulado
Semana 1	16	15	93. 75%	16	15	93. 75%
Semana 2	12	13	108. 33%	28	28	100. 00%
Semana 3	15	14	93. 33%	43	42	97. 67%
Semana 4	14	16	114. 29%	57	58	101. 75%
Semana 5	10	9	90. 00%	67	67	100. 00%

Fuente: Elaboración propia

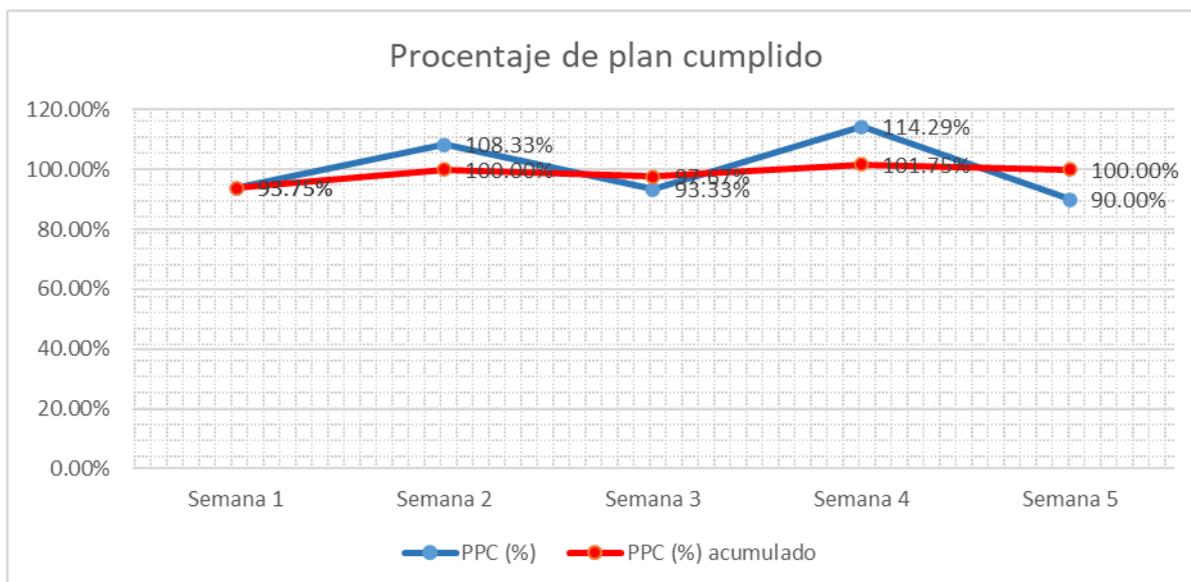


Figura N° 61. PPC de las partidas de concreto del semi sótano con respecto al tiempo

Fuente: Elaboración propia

## 5.4 Cuentas de control

### 5.4.1 Rendimiento en función a los costos

El índice de rendimiento está basado en los costos se realizará en base a la siguiente función:

$$SPI = \frac{\text{Valor ganado}}{\text{Valor planeado}} = \frac{EV}{VP}$$

El valor de ganancia corresponde a las valorizaciones a un nivel de costo directo las que se detallan en el resumen de las valorizaciones o valor ganado en obra.

Tabla 60. Valorización ganada de la obra

CUADRO DE VALORIZACION GANADO EN OBRA					
Fecha	Descripción	C. D (S/)	% Relativo	C. D. Acum. (S/)	% (Acum)
					0.00%
	Valorización N°1	52167.24	39.72%	52167.24	39.72%
	Valorización N°2	25164.7	19.16%	77331.94	58.88%
	Valorización N°3	27363.87	20.84%	104695.81	79.72%
	Valorización N°4	13289.46	10.12%	117985.27	89.84%
	Valorización N°5	13347.39	10.16%	131332.66	100.00%

Fuente: Elaboración propia

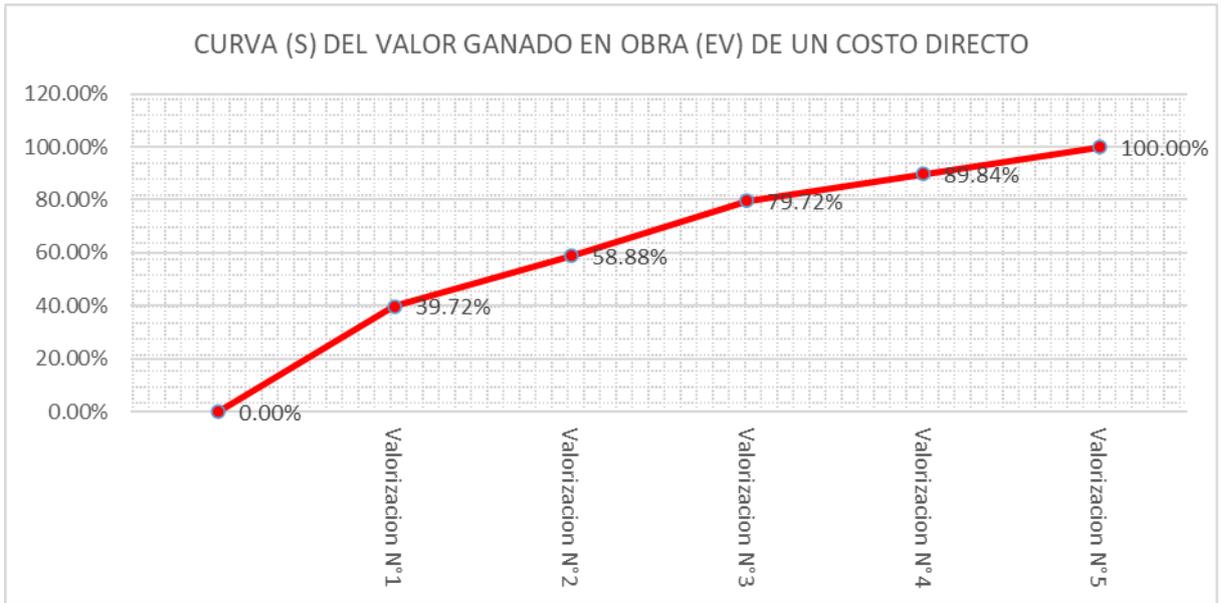


Figura N° 62. Curva S del valor ganador

Fuente: Elaboración propia

En tanto el valor que se planifico se obtiene en base a los cronogramas semanales en un nivel de costo directo esto se obtuvo con un avance semanal de las partidas en caso real la cual se detalla en la siguiente gráfica y cuadro.

Tabla 61. Costos semanales obtenidos según el avance realizado de forma semanal.

Descripción	Und.	Metrado S1	Metrado S2	Metrado S3	Metrado S4	Metrado S5	Precio (S/.)	Parcial S/ SEM 1	Parcial S/ SEM 2	Parcial S/ SEM 3	Parcial S/ SEM 4	Parcial S/ SEM 5
SEMISOTANO												
CONCRETO ARMADO												
ZAPATAS												
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN ZAPATAS	m3	9.00					232.56	2,093.04				
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	196.00					3.80	744.80				
CISTERNA												
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN CISTERNAS	m3	37.35					379.03	14,156.77				
ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE CISTERNA	m2	160.27					30.26	4,849.77				
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	3,193.00					3.80	12,133.40				
MUROS												
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN MUROS	m3	12.75	38.25				377.46	4,812.62	14,437.845			
ENCOFRADO Y DESENCOF. CARAVISTAS DE MUROS	m2	182.00	182.00				39.55	7,198.10	7,198.100			
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg	2,074.00	2,074.00				3.80	7,881.20	7,881.200			
PLACAS												
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN PLACAS	m3		8.59	8.94			394.77		3,390.956	3529.2438		
ENCOFRADO Y DESENCOF. EN PLACAS	m2		65.98	71.47			36.89		2,433.855	2636.5283		
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg		13.53	10.20			3.80		51.399	38.77482		
COLUMNA												
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN COLUMNA	m3		4.77	3.60			377.46		1,800.824	1358.516286		
ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN COLUMNAS	m2		58.90	17.10	19.00		36.89		2,172.821	630.819	700.91	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg		710.99	740.01			3.80		2,701.762	2812.038	0	
VIGAS												
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN VIGAS	m3					10.00	278.86		0	0	0	2788.6
ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN VIGAS	m2			28.98	40.02		41.72		1209.0456	1669.6344	0	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg			762.50	762.50		3.80		2897.5	2897.5	0	
LOSAS ALIGERADAS												
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS ALIGERADAS	m3					10.00	259.13		0	0	0	2591.3
ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN LOSAS ALIGERADAS	m2			58.21	60.59		25.77		1500.12324	1561.35276	0	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg			243.00	297.00		3.80		923.4	1128.6	0	
LOSA MACIZA												
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSAS MACIZA	m3					0.91	259.13		0	0	0	235.8083
ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE LOSAS MACIZAS	m2				5.37	3.74	35.01			188.175249	130.765851	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg				127.80	156.20	3.80			485.64	593.56	
ESCALERAS												
CONCRETO F'C=210 KG/CM2. EN ESCALERA	m3					4.36	275.72		0	0	0	1202.1392
ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN ESCALERAS	m2				12.81	10.48	55.67			713.104865	583.449435	
ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2	kg				114.00	76.00	3.80			433.2	288.8	
TOTALES								S/. 53,869.70	S/. 42,068.76	S/. 17,535.99	S/. 9,778.12	S/. 8,414.42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Cuadro del costo real de obra

CUADRO DE COSTO REAL DE OBRA					
Fecha	Descripción	C. D (S/)	% Relativo	C. D. Acum. (S/)	% (Acum)
					0.00%
	Valorización N°1	53869.7	41.02%	53869.7	41.02%
	Valorización N°2	42068.76	32.03%	95938.46	73.05%
	Valorización N°3	17049.66	12.98%	112988.12	86.03%
	Valorización N°4	10116.93	7.70%	123105.05	93.74%
	Valorización N°5	8228.87	6.27%	131333.92	100.00%

Fuente: Elaboración propia

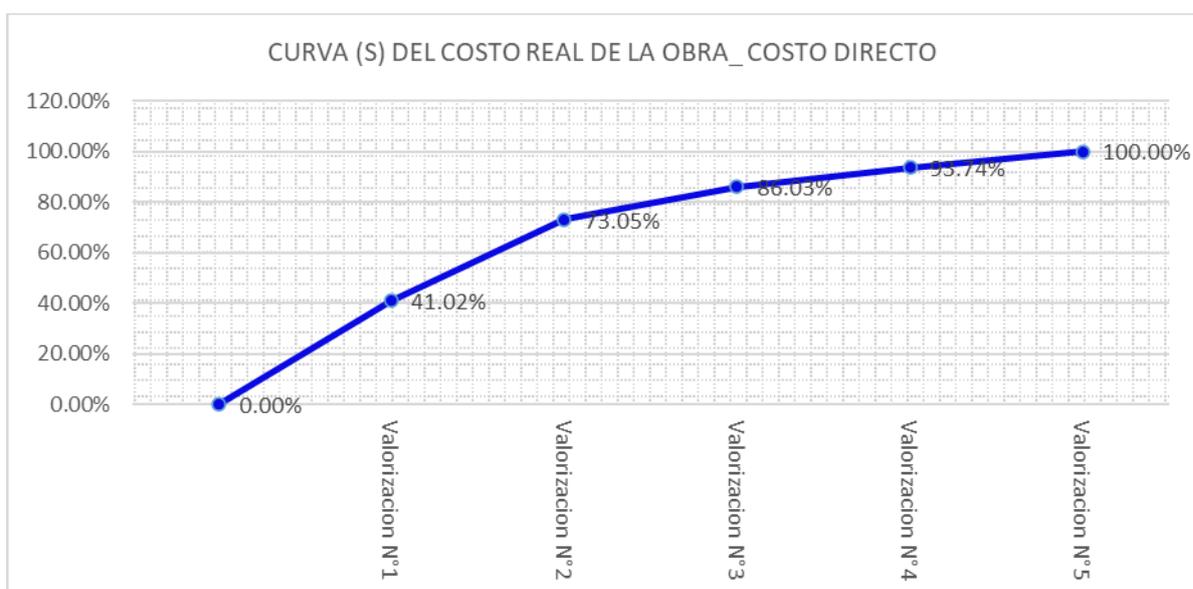


Figura N° 63. Costo real de la obra Curva “S”

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4.2 Rendimiento de la programación basado en un tiempo

En caso el rendimiento de programación venga a estar basado en tiempo:

$$SPI = \frac{\text{Programacion ganada}}{\text{Tiempo real}} = \frac{EV}{VP}$$

Al realizar la evaluación de las partidas de concreto se obtiene la curva “S” de la mano de obra en función a las horas hombre HH y concreto premezclado  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  medido en  $\text{m}^3$  según se muestra en la tabla y las figuras.

Tabla 63. Avance de la partida de concreto 210 kg/ cm2 y las HH por semana.

CONCRETO F'c= 210 KG/CM2.		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
Mcapataz	HH	4	4	18	18	18
Operario	HH	14	9	6	6	2
Oficial	HH	4	8	13	17	13
Peon	HH	37	61	92	153	113
<b>Total M. O</b>		<b>59</b>	<b>82</b>	<b>129</b>	<b>194</b>	<b>146</b>
<b>Total acumulado</b>		<b>59</b>	<b>141</b>	<b>270</b>	<b>464</b>	<b>610</b>
<b>Concreto zapatas</b>						
Concreto en zapatas m3		9	-	-	-	-
Concreto en cisterna CA m3		37.35	-	-	-	-
Concreto muro m3		12.75	38.25		-	-
Concreto placas m3		-	8.5897	8.94	--	--
Concreto columnas m3		-	4.7709	3.5991	-	-
Concreto vigas m3		-	-	-	-	10
Concreto losas Alg. (m3)		-	-	-	-	10
Concreto losa maciza (m3)		-	-	-	-	0.91
Concreto vigas (m3)		--	--	--	--	4.36
<b>Total E. M(m3)</b>		<b>59.1</b>	<b>51.6106</b>	<b>12.5391</b>	<b>0</b>	<b>25.27</b>
<b>Total acumulado (m3)</b>		<b>59.1</b>	<b>110.7106</b>	<b>123.2497</b>	<b>123.2497</b>	<b>148.5197</b>

Fuente: Elaboración propia

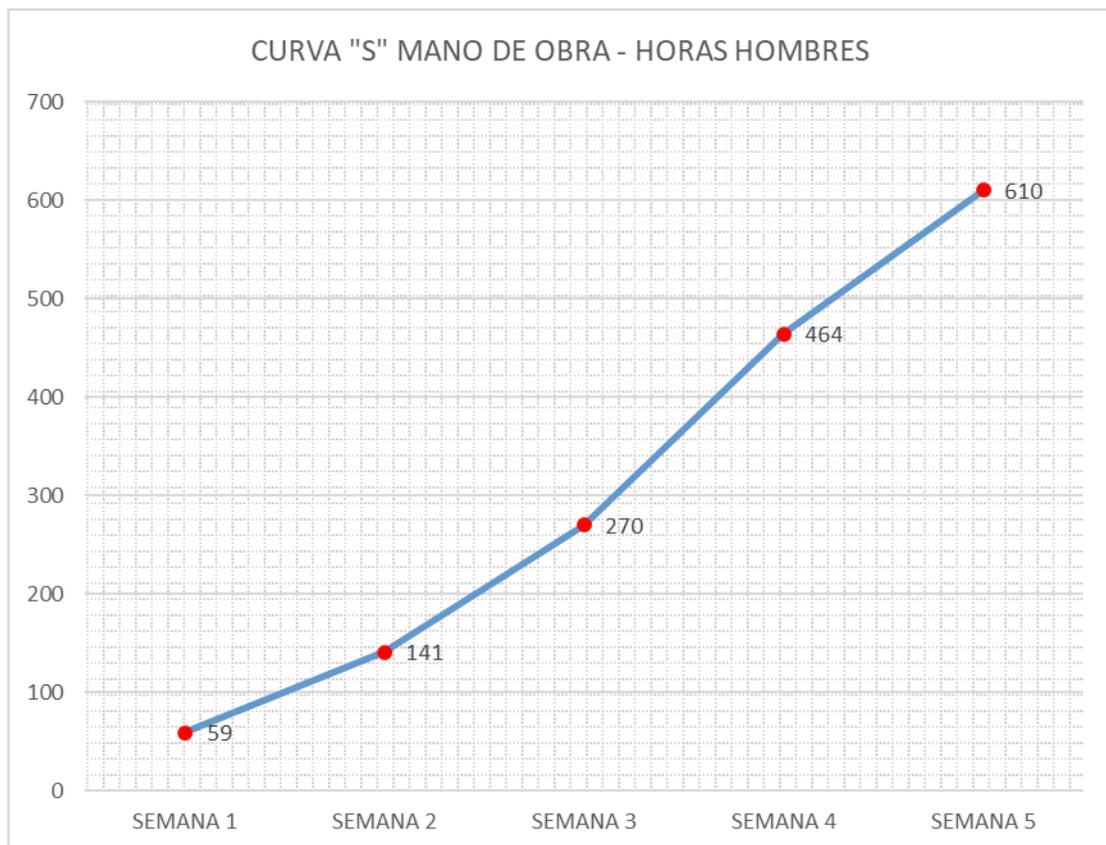


Figura N° 64. Curva “S” de HH del personal por semanas

Fuente: Elaboración propia

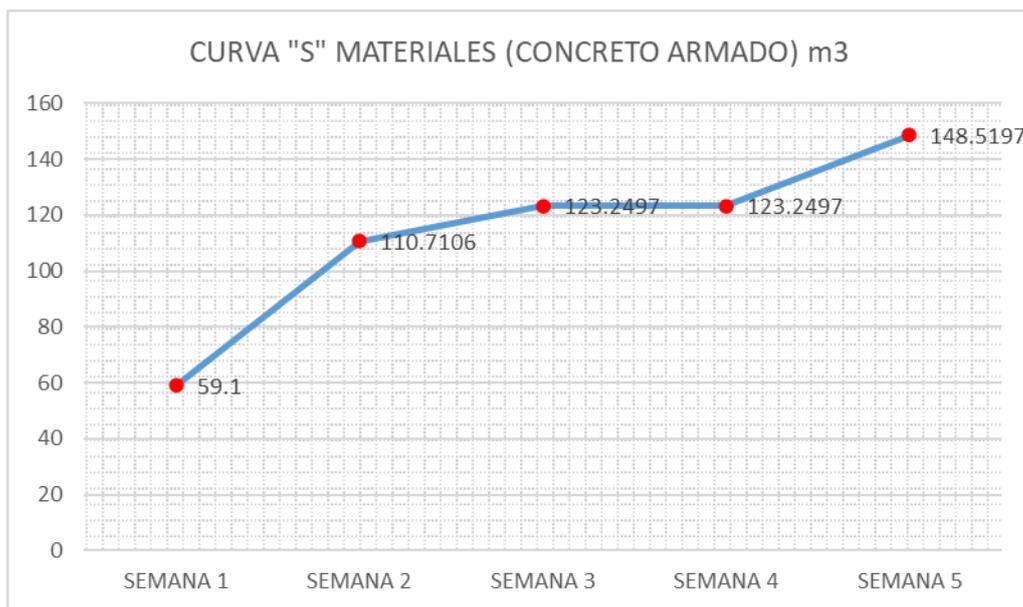


Figura N° 65. Curva “S” de las partidas de concreto armado avanzadas

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las partidas de encofrado y desencofrado se realiza una medición de las horas hombre HH medida en m2 para luego obtener las curvas S.

Tabla 64. Avance de la partida de concreto 210 kg/ cm2 y las HH por semana.

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
Mcapataz	HH	21	21	12	12	6
Operario	HH	10	18	20	20	24
Oficial	HH	20	19	16	16	16
Peon	HH	143	159	122	74	72
<b>Total M. O</b>		<b>194</b>	<b>217</b>	<b>170</b>	<b>122</b>	<b>118</b>
<b>Total acumulado</b>		<b>194</b>	<b>411</b>	<b>581</b>	<b>703</b>	<b>821</b>
<b>Concreto zapatas</b>						
Encofrado y desn. en zapatas m2		-	--	--	--	--
Encofrado y des. en cisterna m2		160.27	-	-	--	--
Encofrado y des. muro m2		182	182	--	-	--
Encofrado y des. placas m2		-	65.98	71.47	-	-
Encofrado y des. columnas m2		-	58.9	17.1	19	-
Encofrado y des. vigas m2		-	-	28.98	40.02	-
Encofrado y des. losas Alg. (m2)		-	-	58.21	60.59	-
Encofrado y des. losa maciza (m2)		-	-	-	5.37	3.74
Encofrado y des. vigas (m2)		-	-	-	12.81	10.48
<b>Total E. M(m2)</b>		<b>342.27</b>	<b>306.88</b>	<b>175.76</b>	<b>137.79</b>	<b>14.22</b>
<b>Total acumulado (m2)</b>		<b>342.27</b>	<b>649.15</b>	<b>824.91</b>	<b>962.7</b>	<b>976.92</b>

Fuente: Elaboración propia

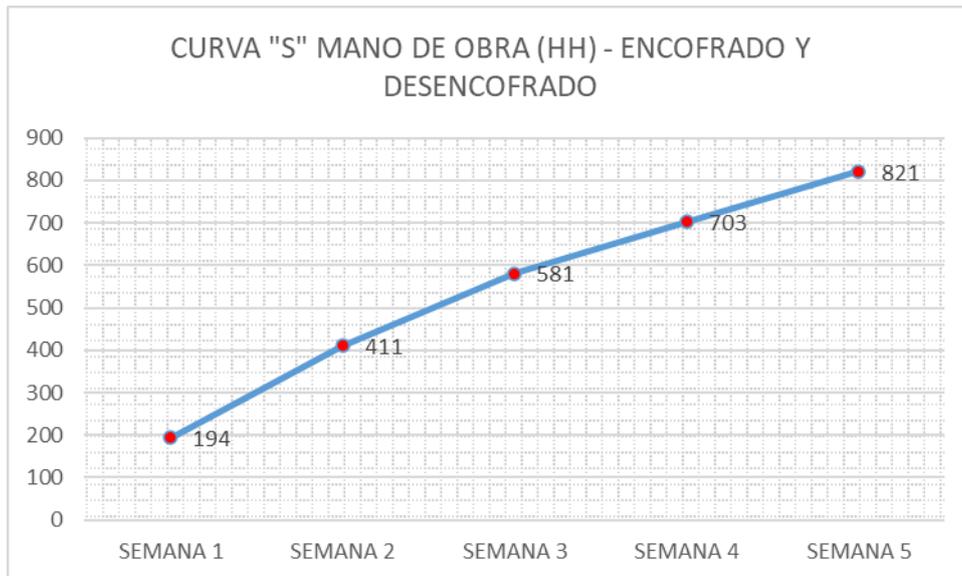


Figura N° 66. Curva “S” de HH del personal por semanas

Fuente: Elaboración propia

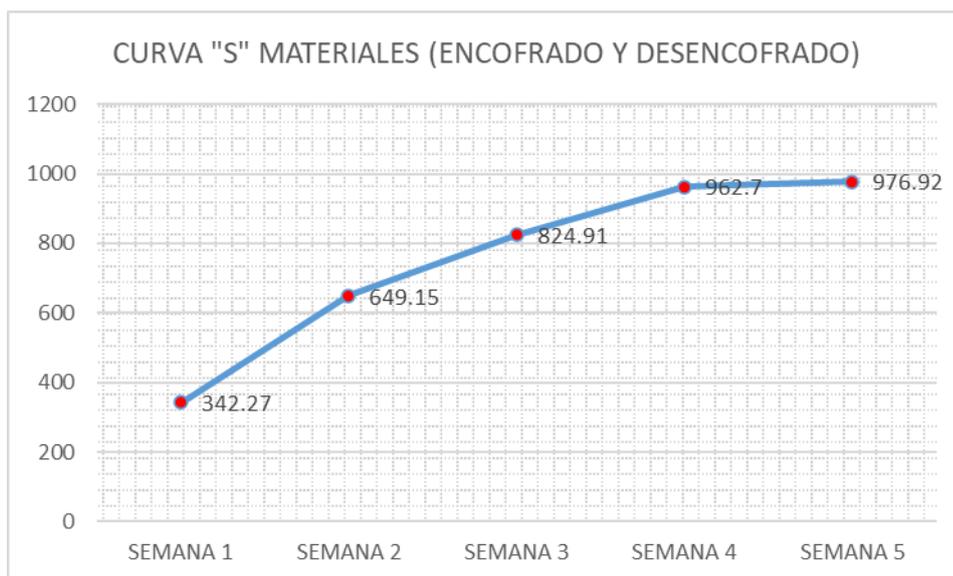


Figura N° 67. Curva “S” de partidas de encofrado y desencofrado avanzado

Fuente: Elaboración propia

En la medida de la partida de acero se obtiene la curva “S” a partir de medir el hombre realizadas por el personal y pal partidas de acero avanzadas del acero grado 60  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 65. Avance de la partida de concreto 210 kg/ cm2 y las HH por semana.

ACERO ESTRUCTURAL Fy=4200kg /cm2		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
Mcapataz	HH	15	11	14	14	14
Operario	HH	10	9	22	22	22
Oficial	HH	10	17	12	12	12
Peon	HH	178	130	123	110	136
Total M. O		213	167	171	158	184
Total acumulado		213	380	551	709	893
<b>Concreto zapatas</b>						
Acero estructural en zapatas kg		196				
Acero estructural en cisterna kg		3193				
Acero estructural muro kg		2074	2074			
Acero estructural placas kg			13. 5261	10. 2		
Acero estructural columnas kg			710. 99	740. 01		
Acero estructuralvigas kg				762. 5	762. 5	
Acero estructural losas Alg. Kg				243	297	
Acero estructural losa maciza kg					127. 88	156. 2
Acero estructural vigas kg					114	76
Total E. M(kg)		5463	2798. 5161	1755. 71	1301. 38	232. 2
Total acumulado (kg)		5463	8261. 5161	10017. 2261	11318. 6061	11550. 8061

Fuente: Elaboración propia

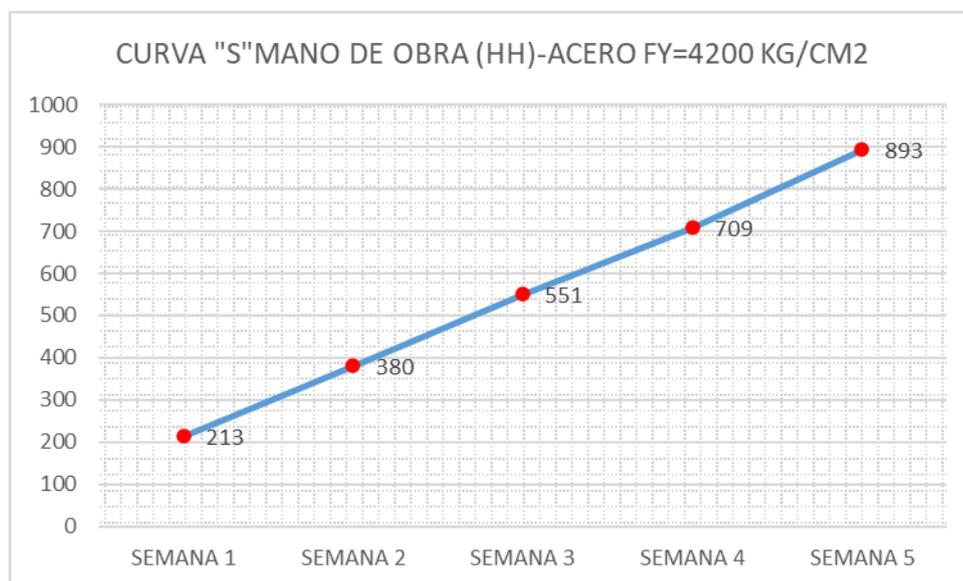


Figura N° 68. Curva “S” de HH del personal por semanas

Fuente: Elaboración propia

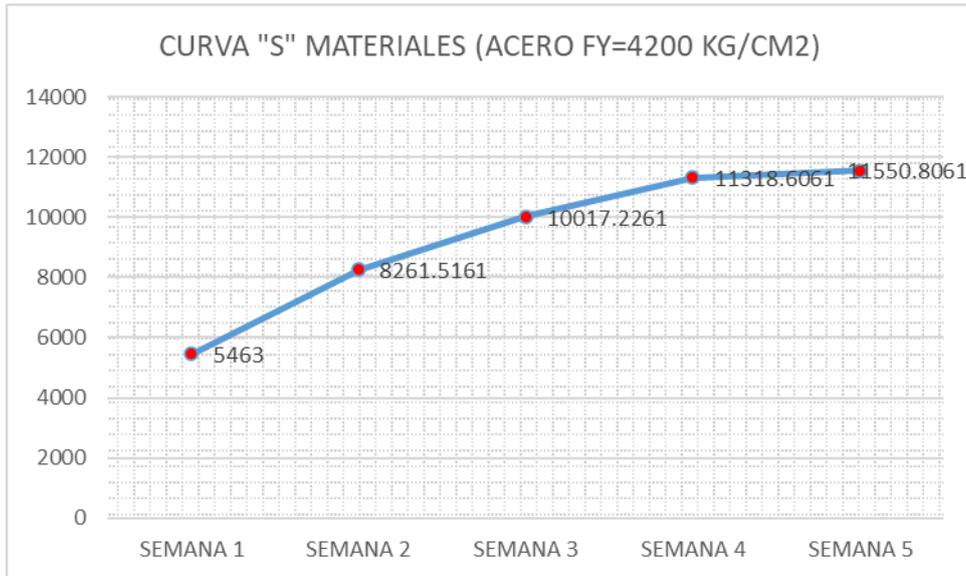


Figura N° 69. Curva “S” de HH del personal por semanas

Fuente: Elaboración propia

### 5.5 Rendimiento en el costo

Para el caso del índice del rendimiento de los costos se presentará desviaciones de acuerdo a lo establecido por el contratista de acuerdo al contratista por lo que se informó al director del proyecto las causas de dichas situaciones siendo presentadas en un plan de acción.

En la siguiente tabla se muestran los niveles de desviación y el de los índices de rendimiento en: SPI, SPI y el CPI.

Tabla 66. Nivel de desviación en el rendimiento

Nivel de desviación del rendimiento	SPI (s)	SPI (s)	SPI (s)
Sin- desviación	$0.95 < SPI < 1.05$	$0.95 < SPI < 1.05$	$0.95 < SPI < 1.05$
Con-desviación baja	$0.90 < SPI \leq 0.95$ ó	$0.90 < SPI \leq 0.95$ ó	$0.98 < SPI \leq 0.99$ ó
	$1.05 \leq SPI < 1.10$	$1.05 \leq SPI < 1.10$	$1.01 \leq SPI < 1.02$
Con-desviación media	$0.85 < SPI \leq 0.90$ ó	$0.85 < SPI \leq 0.90$ ó	$0.87 < SPI \leq 0.98$ ó
	$1.10 \leq SPI < 1.15$	$1.10 \leq SPI < 1.15$	$1.02 \leq SPI < 1.03$
Con-desviación alta	$SPI \leq 0.85$ ó	$SPI \leq 0.85$ ó	$CPI \leq 0.97$ ó
	$SPI < 1.15$	$SPI \geq 1.15$	$CPI \geq 1.03$

Fuente: Propia

Se vienen a detallar un resumen de los índices del rendimiento en un panel de control de la obra. Mostrando así las curvas (S) del valor real, valor ganado y valor planificado que se mostrara en el siguiente gráfico.

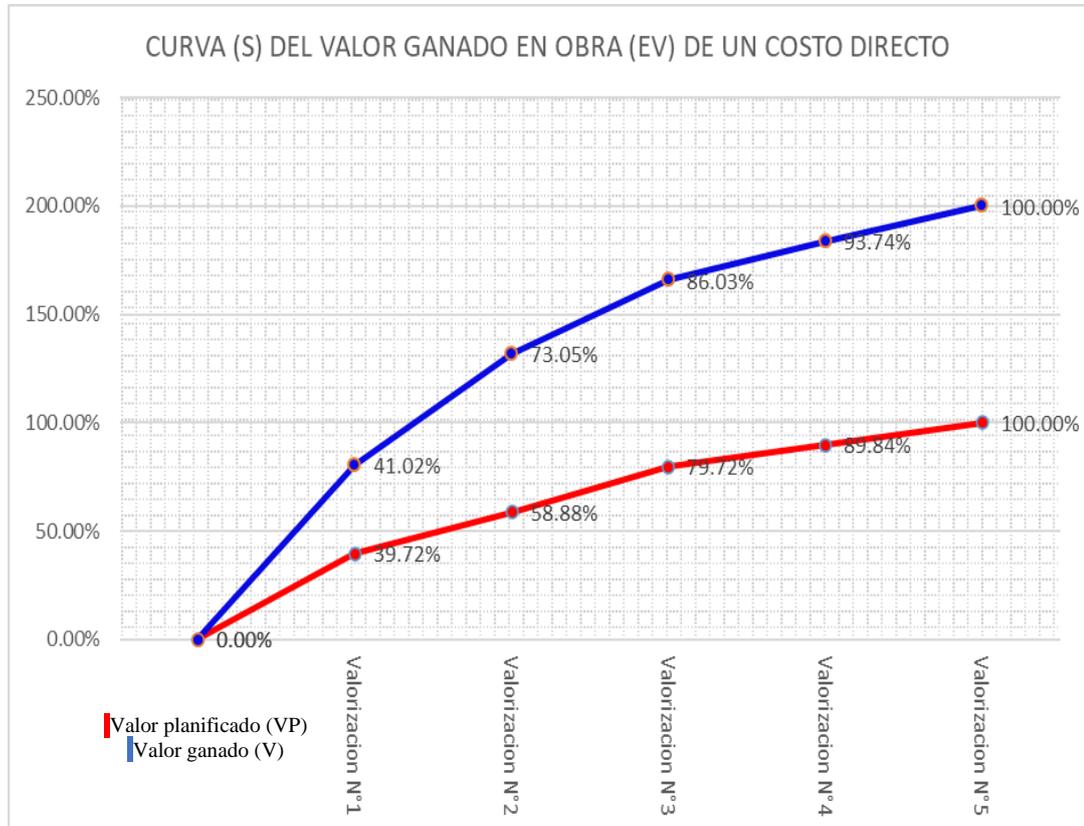


Figura N° 70. Valor ganado (EV) – Valor planificado (VP)

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica se muestra que al aplicar la filosofía lean construcción de aumenta el valor ya que el trabajo viene a ser anticipado y en gran proporción en los primeros periodos de la construcción.

## **CAPÍTULO VI**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **6.1 Discusión de resultados con antecedentes**

##### **6.1.1 La productividad mediante la filosofía Lean Construction en partidas de concreto armado**

La productividad mediante la filosofía Lean Construction aumenta en partidas de concreto armado en la vivienda multifamiliar mostrándonos así un % Acum= 86.03% dentro de las tres primeras semanas, en tanto los valores mostrados en la planificación del proyecto era un % Acum= 79.72% mostrando así un aumento en la productividad del 6.31%.

En función a lo antes mencionado Maldonado Uría, (2018), en su tesis planteada titulado “Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos en el proyecto de vivienda el nuevo rancho, Surco, Lima”, menciona que la carta balance permitió realizar mediciones reales que fueron obtenidas en campo realizando así un análisis del transporte vertical y horizontal mostrándose así mayor incidencia en los trabajos improductivos y realizo una mejora en la optimización de TP=32.98%, TC= 38.79%.

##### **6.1.2 Trabajo productivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado**

El trabajo productivo aumenta mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado. De esta forma el trabajo productivo en la partida

de acero es de 50% y al emplear la filosofía lean Construction está aumentada a un 62%, en las actividades de encofrado y desencofrado muestran un trabajo productivo de 55% y al emplear a la filosofía lean construction esta se presenta en un 58% mostrando un aumento en el trabajo productivo y en las actividades de concreto se presentó un trabajo productivo de 59% y al emplear la filosofía Lean Construction es de un 67% aumentando la productividad esto al tomar medidas para evitar el trabajo NO contributivo.

Según lo mencionado en la investigación realizada por Llenera Villacrez, (2019), en su tesis de pregrado titulado “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”, una aplicación constante y con seguimiento de las herramientas Lean Construction vienen a incrementar de la productividad al tener un mayor rendimiento obteniendo así una mejora en el proceso de planificación ya que al aplicar la metodología se obtuvo una mejora en la planificación obteniéndose así un ahorro en el presupuesto total en el encofrado de placas de 4. 64% y en el proceso de acabado de pulido de losa se ahorró un 4. 76%.

### **6.1.3 Trabajo NO contributivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares**

Trabajo NO contributivo en la partida de acero es de 19% y al emplear la filosofía lean Construction esta se reduce a un 10%, el trabajo NO contributivo en las actividades de encofrado y desencofrado muestran un trabajo contributivo de 18% y al emplear a la filosofía lean construction esta se presenta en un 8% y en las actividades de concreto se presentó un trabajo contributivo de 17% y al emplear la filosofía Lean Construction es de un 8% esto al tomar medidas para evitar este tipo de trabajo.

Con el fin de aumentar el trabajo productivo se debe evitar las pérdidas disminuyendo el trabajo contributivo (TNC), incrementando un porcentaje incrementando mayores horas hombre (hh) que no viene a agregar el valor del proyecto en función a esto Arenas Ortega, (2018), en su tesis “Mejora de la gestión de obra de la especialidad de estructuras con la aplicación del Lean Construction”, menciona que el empleo de las herramientas Lean construction contribuyeron a disminuir las horas hombre destinadas a este tipo de trabajo

teniendo así una influencia de 20%, 50% y de un 60% mejorando así los costos meta y el costo real de la construcción.

#### 6.1.4 Rendimiento mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado

El rendimiento en obra mejora con uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado al aumentar así un rendimiento inicial de 1. 78 HH/m<sup>3</sup> a 0. 94 HH/m<sup>3</sup>, en la actividad de concreto armado  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un CPI 1. 63%, en las actividades de encofrado y desencofrado se aumentó el rendimiento inicial de 4. 00 HH/m<sup>3</sup> a 3. 09 HH/m<sup>3</sup> obteniendo un CPI 2. 08% y en las actividades de acero estructural  $f_y= 4200$  kg/cm<sup>2</sup> se muestra un aumento en el rendimiento de 83. 33 HH/m<sup>3</sup> a 68. 70 HH/m<sup>3</sup>.

Tabla 67. Rendimiento meta y real en las actividades de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, encofrado y desencofrado y acero estructural  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>

		Rendi. Met	Metrado	Real HH	Rendí. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI (%)
Concreto $f'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1. 78	148. 52	76. 65	0. 94	109. 28	32. 63	1. 63
Encofrado y desencofrado	m <sup>2</sup>	4. 00	976. 92	2, 916. 37	3. 09	4, 472. 72	1, 556. 35	2. 08
Acero estructural $f_y=4200$ kg /cm <sup>2</sup>	kg	83. 33	11, 550. 73	737, 945. 27	68. 70	1, 072, 183. 78	334, 238. 5	2. 21

Fuente: Propia

Durante la elaboración del informe semanal de producción vienen a compararse con el rendimiento del presupuesto meta haciéndole así un seguimiento diario de esta forma Maldonado Uría, (2018), en su tesis planteada titulado “Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos en el proyecto de vivienda el nuevo rancho, Surco, Lima”, se basó en tres actividades concreto, acero y encofrado mostrando un margen de ganancia de un 18% para el concreto de  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> de un 14% para el proceso de encofrado y un 3% para el acero  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup> con valores de recursos humanos, al disminuir un personal aumentando así el rendimiento inicial de 1. 42 a 1. 41 HH/m<sup>3</sup>.

## CONCLUSIONES

1. La productividad se incrementa significativamente mediante el uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado en la vivienda multifamiliar mostrándonos así un % Acum= 86. 03% dentro de las tres primeras semanas, en tanto los valores mostrados en la planificación del proyecto era un % Acum= 79. 72% mostrando así una un aumento en la productividad del 6. 31%. Esto al mejorar el rendimiento de los trabajadores tomando medidas correctivas en las actividades.
2. El trabajo productivo se incrementa significativamente mediante el uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado al ser aplicada en la vivienda multifamiliar de Jr. comandante Jiménez N° 188 - 192 en la urbanización Orbea pues en las partidas de acero el trabajo productivo aumenta en un 12 %, en las actividades de encofrado y desencofrado el trabajo productivo aumenta en un 3% y en las actividades de concreto el trabajo productivo aumenta un 8%.
3. El trabajo NO contributivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de la urbanización Orbea distrito de Magdalena del Mar en las actividades de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se reducen en un 9%, en las actividades de encofrado y desencofrado se reducen en un 10 % al emplear la filosofía lean construction y en las actividades de acero  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$  se reducen en un 9% mostrando así una clara mejora en el trabajo por al implementar las un plan de acción basado en la filosofía Lean construction.
4. El rendimiento en obra es mayor con uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado al aumentar el rendimiento inicial de 1. 78 HH/m<sup>3</sup> a 0. 94 HH/m<sup>3</sup> en el personal en la actividad de concreto armado  $f'c=210 \text{ kf/cm}^3$  obteniendo un CPI 1. 63%, en las actividades de encofrado y desencofrado se aumentó el rendimiento inicial de 4. 00 HH/m<sup>3</sup> a 3. 09 HH/m<sup>3</sup> obteniendo un CPI 2. 08% y en las actividades de acero estructural  $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$  se muestra un aumento en el rendimiento de 83. 33 HH/m<sup>3</sup> a 68. 70 HH/m<sup>3</sup>.

## **RECOMENDACIONES**

1. Al mostrarse una diferencia en el rendimiento en las partidas de concreto armado, se recomienda inmiscuirse más en el trabajo del personal como ingeniero encargado de esta forma asegurando una implementación adecuada de la metodología Lean Construction en la obra.
2. Es recomendable aplicar desde el inicio del proyecto la Filosofía Lean Construction, realizando así un seguimiento continuo del recurso humano que se cuenta en la obra, de esta forma se asegura el éxito del proceso evitando o disminuyendo las posibilidades de fracaso en la productividad del proyecto.
3. Para las futuras obras es recomendable realizar un análisis detallado de la curva de productividad, poniendo como meta un menor valor presentado en el presupuesto, en otras palabras, aplicando un factor de reducción de esta forma obteniendo un nuevo rendimiento base que será usado como meta. Gracias a esto se alcanzan los objetivos planteados con el Lean construction, estabilizando los beneficios se logra una mejora de la producción siendo así más competitivos.
4. Llevar un parte diario del trabajo del personal, las actividades que realizan y horario de trabajo son fundamentales para realizar un adecuado seguimiento del personal y es guía importante para realizar mejoras en la gestión de planeamiento de las actividades de trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Cardenas, Luis Fernando. 2018.** *Resistencia al cambio en la construcción: Como sostener la implementación de Lean Construction.* Pontificia Universidad Católica de Chile. 2018.
- Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción.*
- Botero Botero, Luis Fernando. 2002.** 2002, Resista Universidad EAFIT, pág. 14.
- Arenas Ortega, Gabriela Carmen. 2018.** *Mejora de la gestión en obra de especialidad de estructuras en la aplicación del Lean Construction.* Escuela profesional de ingeniería civil, Universidad Peruana Los Andes. Lima : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Arevalo Vidal, Samir Augusto. 2018.** *Implementación de la metodología Lean Construction en la productividad del proyecto casa club recrea las nagnilias - Breña.* Universidad Nacional Federico Villareal. Lima : s.n., 2018. Tesis de posgrado.
- Beneficios de la aplicación de Lean constructivo en la industria de la construcción.*
- Muñoz Pérez, Pedro, Chinchay Ramirez, Bryan y González Martínez, Adriana. 2020.** Chiclayo : s.n., 2020, Revista Cubana de Ingeniería , pág. 12.
- Brioso Lescano, Xavier Max. 2018.** *El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project & Construcción Management: propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación.* Departamento de construcción y tecnología arquitectónicas, Universidad politécnica de Madrid. Madrid : s.n., 2018. Tesis doctoral.
- . **2015.** *El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean construction ) y su relación con el project & construcción en españa y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación.* Universidad politécnica de Madrid. Madrid : s.n., 2015. Tesis doctoral.
- Castillo Saavedra, Magaly Yessel. 2018.** *Lean Construction para elevar la productividad en actividades de acabados de una edificación- Lima 2018.* Escuela profesional de ingeniería civil, Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Chavez. 2008.** 2008.

- Chávez Espinoza, Jhonny Rómulo y De la cruz Aquije , Christian Antonio. 2014.** *Aplicacion de la filosofía Lean COnstruction en una obra de edificación (caso: condominio club recrea - el agustino).* Facultad Ingeniería y Arquitectura, Universidad San Martin de Porres. Lima : s.n., 2014. Tesis de pregrado.
- DePeru.com. 2022.** DePeru.com. [En línea] 2022. [Citado el: 13 de 07 de 2022.] <https://www.deperu.com/infoperu/lima/lima/>.
- Evalore. 2019.** Building Wellness & Sustainability. [En línea] 18 de 12 de 2019. <https://evalore.es/que-es-lean-construction>.
- Fernández Bedoya, Victor Hugo. 2020.** *Tipos de justificación en la investigación científica.* Universidad César Vallejo. 2020.
- Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014.** *Metodologóa de la investigación.* VI Edición. Mexico : McGraw Hill, 2014.
- Fernandez, Javier. 2009.** *Metodología para la construcción de un sistema de flujos de trabajo automatizado workflow para empresas de bienes y servicios.* Universidad nacional de Colombia. Medellin : s.n., 2009.
- Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual.* **Porras Diaz, Hernán, Sánchez Rivera, Omar Giovanni y Galvis Guerra, José Alberto. 2014.** 2014, Avances, pág. 22.
- Flores Mendoza, Erick Jerry y Ramos Cornejo, Mauricio Emilio. 2018.** *Análisis y evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la ciudad de Arequipa.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Garcia Giaz, Oswaldo Alejandro. 2018.** *Aplicación de la metodología Lean Construction en la vivienda de interes social.* Universidad EAN. Bogota : s.n., 2018. Tesis de postgrado.
- Giraldo Huertas, Juan José. 2016.** *Manual para los seminarios de Investigación en Psicología.* 2016.
- Gualdrón Quiroga, Andrea Pauline y Lopéz Pérez, Sonia Yaneth. 2020.** *Proceso con la metodología Lean Construction para proyectos de vivienda social en fase de estructura.* Facultad de ingeniería, Universidad católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2020. Tesis de pregrado.
- Guzmán Tejada, Abner. 2014.** *Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos.* Facultad de

ciencias e ingeniería, Pontificia universidad católica del Perú. Lima : s.n., 2014.  
Tesis de pregrado.

**International Labour Organization. 2022.** ILOSTAT. [En línea] 17 de 03 de 2022.  
<https://ilostat.ilo.org/es/topics/labour-productivity/>.

**Janampa Palomino, Gabriela Esther. 2021.** *Análisis del rendimiento de mano de obra en las partidas de tarrajeo de muros interiores y cielorraso, y su influencia en los costos reales de ejecución, en la construcción del Colegio Intergrado Peuerto Yurinaki - Perené.* Escuela académico profesional de ingeniería civil, Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2021. Tesis de pregrado.

**Koskeal. 2000.** *Exploration towards a production theory and its application to construction.* Helsinki university of technology. Finlandia : s.n., 2000. Tesis de pregrado.

*La empresa constructora y sus operaciones bajo un enfoque de sistemas.* **Arcudia Abad, Carlos Enrique, Pech Pérez, Josué y Álvarez Romero, Sergio Omar. 2005.** 2005, Arcudia, pág. 36.

*Lean Construction - LC bajo pensamiento Lean.* **Rojas López, Miguel David, Henao Grajales, Mariana y Valencia Corrales, María Elena. 2016.** 2016, Revista Ingenierías Universidad de Medellin, pág. 14.

**Lean Construction Mexico. 2021.** *Desperdicio en Lean Construction.* Mexico : s.n., 2021.

**Llenera Villacrez, Derian Manuel. 2019.** *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.* Facultad de Ingeniería y Arquitectura , Universidad de San Martín de Porres. Lima : s.n., 2019. Tesis de pregrado.

**Madrigal Elizondo, Eduardo. 2001.** *Gestión de calidad en construcción.* Instituto tecnológico de la construcción. México : s.n., 2001. Tesis de pregrado.

**Maldonado Uría, Elisa Raquel. 2018.** *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos en el proyecto de vivienda el nuevo rancho, Surco, Lima.* Facultad de ingeniería Civil , Universidad privada de Tacna. Tacna : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

**Méndez Álvarez, Carlos Eduardo. 2020.** *Metodología de la Investigación quinta edición.* s.l. : ALPHAEDITORIAL, 2020.

- Méndez, Carlos. 2012.** Inducción en la Investigación. *Justificación de la Investigación*. [En línea] 2012.
- Mengoa Flores, Osmar, Naiza Flores, Héctor Paul y Rivera Díaz , Carolina. 2018.** *Análisis de la productividad de los procesos constructivos aplicando filosofía Lean Construction para obras civiles de gran minería*. Facultad de ingeniería, Universidad de ciencias aplicadas. Lima : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Metodología de la Investigación. Carrasco Díaz, Sergio. 2016.* 2016.
- Metología de la Investigación. Espinoza Montes, Ciro. 2014.* 2014.
- Nina Ticona, Wilfredo Lucas. 2019.** *Optimización de la produccion mediante la integración de la gestion del tiempo de la guía PMBOK y las herramientas lean construction en la ejecución de las partidas de estructuras de una institucion educativa en la ciudad de Arequipa*. Universidad nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa : s.n., 2019. Tesis de posgrado.
- Orihuela A., Pablo. 2009.** *La relacion cliente- proveedor al interior de una obra de construcción*. Aceros Arequipa. 2009.
- Parra Rodríguez, Tatiana Lisveth y Luna Quiñones, Jessica Julliet. 2019.** *Diseño de metodología Lean Constrution bajo lineamientos gerenciales para la optimización de recursos en la empresa Ardisek*. Facultad de ingeniería, Universidad católica de Colombia. Bogota : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- Quispe Mitma, Raul Emerson. 2017.** *Aplicacion de "Lean Construction" para mejorar la productividad en la ejecucion de obras de edificación, Huancavelica- 2017*. Universidad cesar vallejo. Lima : s.n., 2017. Tesis de portgrado.
- Rodriguez, Daniela. 2020.** *Investigación aplicada: características, definición, ejemplos*. Argentina : Lifeder, 2020.
- Sierra Bravo, Restituto. 2014.** *Técnicas de Investigación Social*. Madrid : s.n., 2014.
- Tabory Malpartida, Gustavo Augusto. 2018.** *Filosofia Lean Construction aplicada a la mejora de la productividad de la construcción del edificio multifamiliar en la ciudad de Lima*. Facultad de ingeniería civil, Universidad Federico Villarreal. Lima : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Torres Urrunaga, Raymond Jean Pierre. 2018.** *Análisis y mejora de la productividad aplicando la filosofía Lean Construction en el mejoramiento de la Av. Pedro Miotta en San Juan de Miraflores-Lima*. Escuela profesional de ingeniería civil, Universidad San Martín de Porres. Lima : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

**Velarde Mendoza, Hernan. 2011.** *Procesamiento constructivo de una edificio multifamiliar.* Escuela profesional de ingeniería civil, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2011. Tesis de pregrado.

**Villamizar Roa, Diego Hernando y Ortiz Contreras, Leidy Janeth. 2018.** *Implementación de los principios de Lean Construction en la constructora Colproyectos S.A.S. de un proyectode vivienda en el municipio de Villa del Rosario.* Facultad de ingeniería físico mecánica, Universidad industrial de santander. Bucaramanga : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

## **ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**

Anexo 1 – Matriz de consistencia

Título: “Evaluación de la productividad mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares”						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicador	Metodología
<b>Problema general:</b> ¿Cuál es el resultado de la evaluación de la productividad mediante la filosofía Lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares?	<b>Objetivo general:</b> Establecer el resultado de la evaluación de la productividad mediante la filosofía Lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.	<b>Hipótesis general:</b> La productividad se incrementa debido a que se reducen las pérdidas productivas de la construcción mediante el uso de la filosofía Lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.	<b>Variable 1:</b> Filosofía Lean Construction	Gestión en el proyecto	Actividades programadas	<b>Método:</b> Método científico.  <b>Tipo:</b> Aplicada.  <b>Nivel:</b> Descriptivo.  <b>Diseño:</b> No experimental de corte transversal  <b>Cuando:</b> 2019-2020  <b>Población:</b> Viviendas multifamiliares en el distrito de Magdalena del Mar, región Lima.  <b>Muestra:</b> La muestra de obtendrá de acuerdo al método intencional o dirigida corresponde a 2 viviendas multifamiliares del Jr. Comandante Jiménez N° 188 - 192; a una cuadra de la Avenida Javier Prado, en la urbanización Orbea distrito de Magdalena del Mar, región Lima.
				Gestión de tiempo	Culminación de tareas	
				Disminución de perdidas	Valor producido	
<b>Problemas específicos:</b> a) ¿Cómo se viene dando el trabajo productivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares? b) ¿Cuál es el trabajo NO contributivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares? c) ¿Cómo es el rendimiento en obra con uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares?	<b>Objetivos específicos:</b> a) Evaluar el trabajo productivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares. b) Determinar el trabajo NO contributivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares. c) Identificar el rendimiento en obra con uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.	<b>Hipótesis específicas:</b> a) El trabajo productivo se incrementa mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares. b) El trabajo NO contributivo mediante la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares. c) El rendimiento en obra es mayor con uso de la filosofía lean construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares.	<b>Variable 2:</b> Productividad.	Trabajo productivo.	Productividad laboral	
				Trabajo NO contributivo.	Actividades innecesarias	
				Rendimiento en obra	Indicador de rendimiento	

**Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENT O	ESCALA				
						1	2	3	4	5
<b>Variable Independiente</b> Filosofía Lean Construction	La filosofía es una metodología usada con el objetivo de satisfacer mejor las demandas de los clientes mejorando notablemente los procesos de arquitectura y construcción al elaborar nuevos métodos para el desarrollo de productos y gestión de la producción en la industria de la construcción elevando el nivel de profesionalismo y la eficiencia en el sector construcción. (Chávez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014)	La variable V1 “Se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos (desperdicios)”	Gestión en el proyecto	Actividades programadas	Partidas		X			
			Gestión de tiempo	Culminación de tareas	Programación		X			
			Disminución de perdidas	Valor producido	Valor producido		X			
<b>Variable Dependiente</b> Productividad	La productividad se define la medida de productos, bienes y servicios que han sido producidos en relación de cada recurso que se haya empleado usado durante un determinado periodo, siendo así la relación entre la cantidad de productos y los recursos empleados, midiendo la eficiencia de los recursos que vienen a ser administrados para completar un proyecto en un plazo y con una calidad establecida. (Flores Mendoza & Ramos Cornejo, 2018)	La variable V2 “la gestión de proyectos consiste en facilitar la planificación, el calendario y el control de todas las actividades que tienen que realizarse para conseguir los objetivos del proyecto”	Trabajo productivo	Productividad laboral	Productividad ad laboral		X			
			Trabajo NO contributivo	Actividades innecesarias	Fichas de seguimiento		X			
			Rendimiento en obra	Rendimiento de personal	Fichas de seguimiento		X			

**Anexo N°03: Matriz de operacionalización del instrumento**

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
				1	2	3	4	5
<b>Variable Independiente</b>  Filosofía Lean Construction	Gestión en el proyecto	Actividades programadas	Partidas		X			
	Gestión de tiempo	Culminación de tareas	Programación		X			
	Disminución de perdidas	Valor producido	Valor producido		X			
<b>Variable Dependiente</b>  Productividad	Trabajo productivo	Productividad laboral	Productividad laboral		X			
	Trabajo NO contributivo	Actividades innecesarias	Fichas de seguimiento		X			
	Rendimiento en obra	Rendimiento de personal	Fichas de seguimiento		X			

**Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación**

## Semana 1

### PARTE DIARIO DE PRODUCCION ANTES DE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN COSNTRUCTION

PARTIDA:	Concreto premesclado F'c= 210 kg/cm2 cimentacion	HH PROGRAMADO	8	HH REAL	8
Cuadrilla	Concreto 2 operarios 1 capataz, 1 oficial, 8 peones				
	Encofrado y desencofrado de cimientto 1 CA 1 Op, 1Of y 4 Pe				
	Acero estructural 1CA, 1 OP, 1OF, 4Pe	FECHA			
Sector	Semi sotano sector 1/2	SEMANA	1		
Tesista	BACH. SILVA VASQUEZ, JESUS MITCHEL	DIA	Lunes- Savado		

ACTIVIDAD	Descripcion de actividad diaria	HORARIO	AM	PM
1	Encofrado y desencofrado de cimientto, cisterna y muros	Inicio	08:00	
2	Vaciado del concreto premezclado en cimentacion, cisterna y muros	Refrigerio	01:00	14:00
3	Aacero estructural Fy=4200kg /cm2	Termino		17:00

Nomina de trabnjadores			LUNES (HH)			MARTES (HH)			MIERCOLES (HH)			JUEVES (HH)			VIERNES (HH)			SAVADO (HH)			TOTAL HH					
CODIGO	ACTIVIDAD	Observaciones	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3			
1	Operario																									
2	Capataz																									
3	Oficial																									
4	Peon																									
5	Peon																									
6	Peon																									
7	Peon																									
8	Peon																									
9	Peon																									
10	Peon																									
11	Peon																									
																					TOTAL (HH) PEON					

## Semana 2

### PARTE DIARIO DE PRODUCCION ANTES DE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN COSNTRUCTION

PARTIDA:	Concreto premezclado F'c= 210 kg/cm2 cimentacion	HH PROGRAMADO	8	HH REAL	8
Cuadrilla	Concreto 2 operarios 1 capataz, 1 oficial, 8 peones				
	Encofrado y desencofrado de cimiento 1 CA 1 Op, 1Of y 4 Pe				
	Acero estructural 1CA, 1 OP, 1OF, 4Pe	FECHA			
Sector	Semi sotano sector 1/2	SEMANA	1		
Tesista	BACH. SILVA VASQUEZ, JESUS MITCHEL	DIA	Lunes- Savado		

ACTIVIDAD	Descripcion de actividad diaria	HORARIO	AM	PM
1	Encofrado y desencofrado de cimiento, cisterna y muros	Inicio	08:00	
2	Vaciado del concreto premezclado en cimentacion, cisterna y muros	Refrigerio	01:00	14:00
3	Aacero estructural Fy=4200kg /cm2	Termino		17:00

Nomina de trabnjadores			LUNES (HH)			MARTES (HH)			MIERCOLES (HH)			JUEVES (HH)			VIERNES (HH)			SAVADO (HH)			TOTAL HH					
CODIGO	ACTIVIDAD	Observaciones	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3			
1	Operario																									
2	Capataz																									
3	Oficial																									
4	Peon																									
5	Peon																									
6	Peon																									
7	Peon																									
8	Peon																									
9	Peon																									
10	Peon																									
11	Peon																									
																					TOTAL (HH) PEON					

### Semana 3

#### PARTE DIARIO DE PRODUCCION ANTES DE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN COSNTRUCTION

PARTIDA:	Concreto premesclado F'c= 210 kg/cm2 cimentacion	HH PROGRAMADO	8	HH REAL	8
Cuadrilla	Concreto 2 operarios 1 capataz, 1 oficial, 8 peones				
	Encofrado y desencofrado de cimienta 1 CA 1 Op, 1Of y 4 Pe				
	Aceros estructurales 1CA, 1 OP, 1OF, 4Pe	FECHA			
Sector	Semi sotano sector 1/2	SEMANA	1		
Tesista	BACH. SILVA VASQUEZ, JESUS MITCHEL	DIA	Lunes- Savado		

ACTIVIDAD	Descripcion de actividad diaria	HORARIO	AM	PM
1	Encofrado y desencofrado de cimienta, cisterna y muros	Inicio	08:00	
2	Vaciado del concreto premezclado en cimentacion, cisterna y muros	Refrigerio	01:00	14:00
3	Aaceros estructurales Fy=4200kg /cm2	Termino		17:00

Nomina de trabajadores			LUNES (HH)			MARTES (HH)			MIERCOLES (HH)			JUEVES (HH)			VIERNES (HH)			SAVADO (HH)			TOTAL HH		
CODIGO	ACTIVIDAD	Observaciones	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 1	ACT 2	ACT 3
1	Operario																						
2	Capataz																						
3	Oficial																						
4	Peon																						
5	Peon																						
6	Peon																						
7	Peon																						
8	Peon																						
9	Peon																						
10	Peon																						
11	Peon																						
TOTAL (HH) PEON																							

**Anexo N°05: Confiabilidad y validez del instrumento**

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

Título de la investigación: **“EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES”**

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.																✓				
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																		✓		
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																		✓		
4. Organización	Existe una organización lógica																		✓		
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																		✓		
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																		✓		
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																		✓		
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																		✓		
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																			✓	
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																			✓	

Promedio de valoración:

85%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y apellidos:	luis Gamarra Espinoza	DNI N°	42627012
Dirección domiciliaria:	_____	Teléfono/Celular:	964462434
Grado académico:	Ingeniero civil		
Mención	_____		

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196161

Firma

Lugar y fecha: 25 de Julio 2023

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

Título de la investigación: **“EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES”**

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena				
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.															✓						
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																					
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																✓					
4. Organización	Existe una organización lógica																✓					
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																					
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																					
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																					
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																					
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																					
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																					

Promedio de valoración:

80 %

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y apellidos:	Rando Perras Olarte	DNI N°	20 119 788
Dirección domiciliaria:	—	Teléfono/Celular:	96025 1895
Grado académico:	Magister		
Mención	—		

  
RANDO PORRÁS OLARTE  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 87979

Firma

Lugar y fecha: 25-07-2023

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

Título de la investigación: **“EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES”**

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.																✓				
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																		✓		
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																		✓		
4. Organización	Existe una organización lógica																		✓		
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																		✓		
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																	✓			
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																	✓			
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																	✓			
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																		✓		
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																		✓		

Promedio de valoración:

85 %

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y apellidos:	Manuel Adolfo Mucha Vásquez	DNI N°	43486098
Dirección domiciliaria:	Jr. Sol de oro N° 245.	Teléfono/Celular:	927433317
Grado académico:	Ingeniero Civil		
Mención			



Firma

Lugar y fecha: Huancayo - 25-07-23

**Anexo N°06: La data de procesamiento de datos**

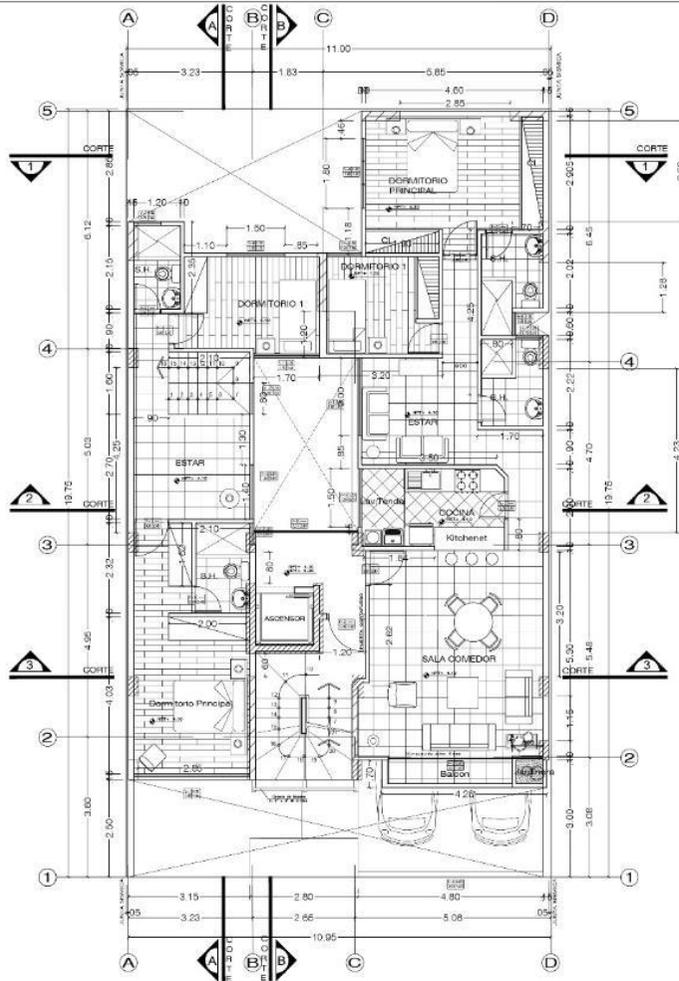
## TRABAJO PRODUCTIVO Y NO CONTRIBUTORIO

Tipo	C 1	OP 2	Pe 3	Pe 4	Pe 5	Pe 6	Pe7	Pe8
Trabajo productivo	64. 29%	64. 29%	64. 00%	40. 00%	26. 09%	33. 33%	57. 69%	53. 85%
Trabajo contributivo	17. 86%	17. 86%	24. 00%	48. 00%	56. 52%	51. 85%	34. 62%	30. 77%
Trabajo NO contributivo	17. 86%	17. 86%	12. 00%	12. 00%	17. 39%	14. 81%	7. 69%	15. 38%

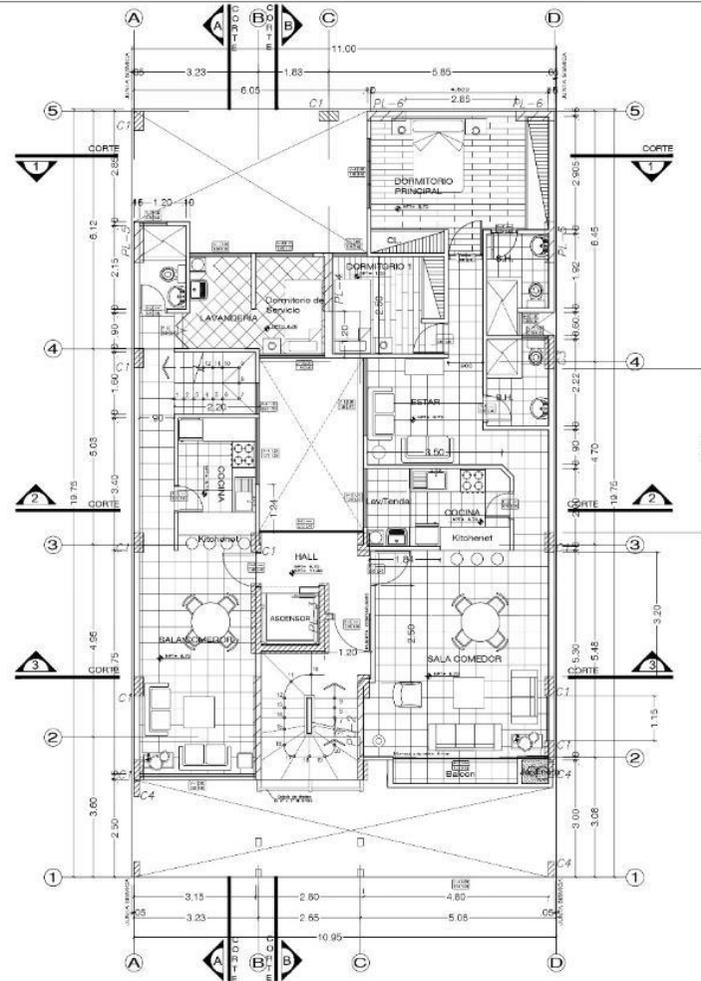
## RENDIMIENTO EN FUNCIÓN A LOS COSTOS

		Rendi. Met	Metrado	Real HH	Rendí. Real	Meta HH	Var (HH)	CPI (%)
Concreto f'c= 210 kg/cm2	m3	1.78	148.52	76.65	0.94	109.28	32.63	1.63
Encofrado y desencofrado	m2	4.00	976.92	2,916.37	3.09	4,472.72	1,556.35	2.08
Acero estructural fy=4200kg /cm2	kg	83.33	11,550.73	737,945.27	68.70	1,072,183.78	334,238.5	2.21

**Anexo N°07: Planos arquitectónicos y de estructuras**



**Planta 2° Y 4° Nivel**  
 Eso. 1:75  
 2° NPT + 4.10 ml.  
 4° NPT + 9.30 ml.



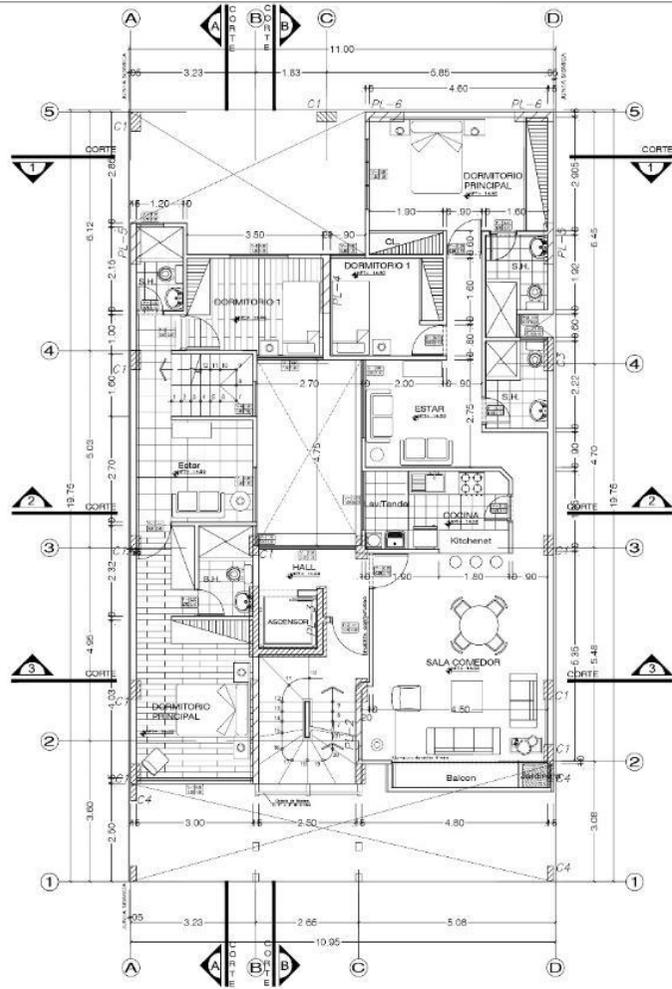
**Planta 3° y 5° Nivel**  
 Eso. 1:75  
 3° NPT + 6.70ml.  
 5° NPT + 11.90 ml.

PROYECTO APROBADO   
 AMPLIACION DE PROYECTO APROBADO



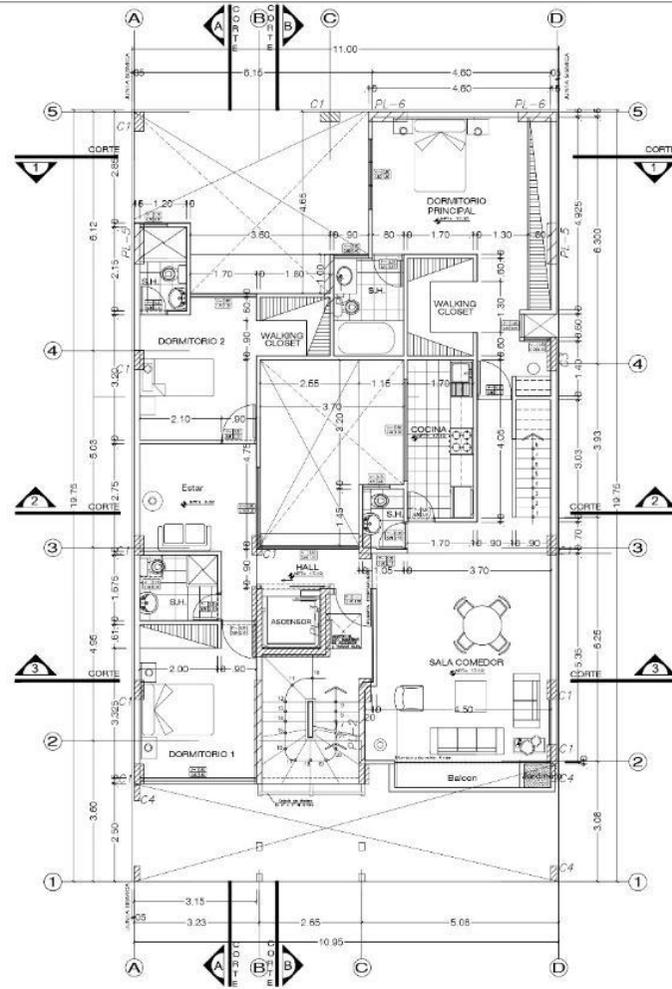
MOTORI S.A.C.  
 VIVIENDA MULTIFAMILIAR  
 PROYECTO DE DISTRIBUCION DEL SEGUNDO AL QUINTO NIVEL  
 P. M. M. C. | R. R. C. C. | DEC 17/78

A-02



**Planta 6º Nivel**

Eso. 1:75  
6º NPT + 14.50ml.



**Planta 7º Nivel**

Eso. 1:75  
7º NPT + 17.10ml.

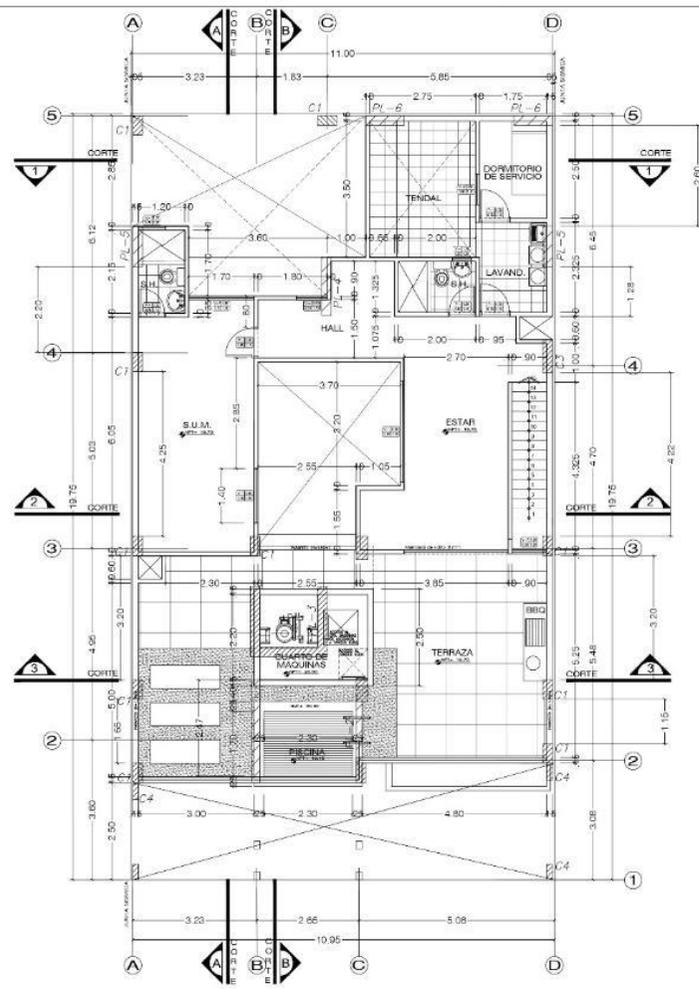
PROYECTO APROBADO   
AMPLIACION DE PROYECTO APROBADO



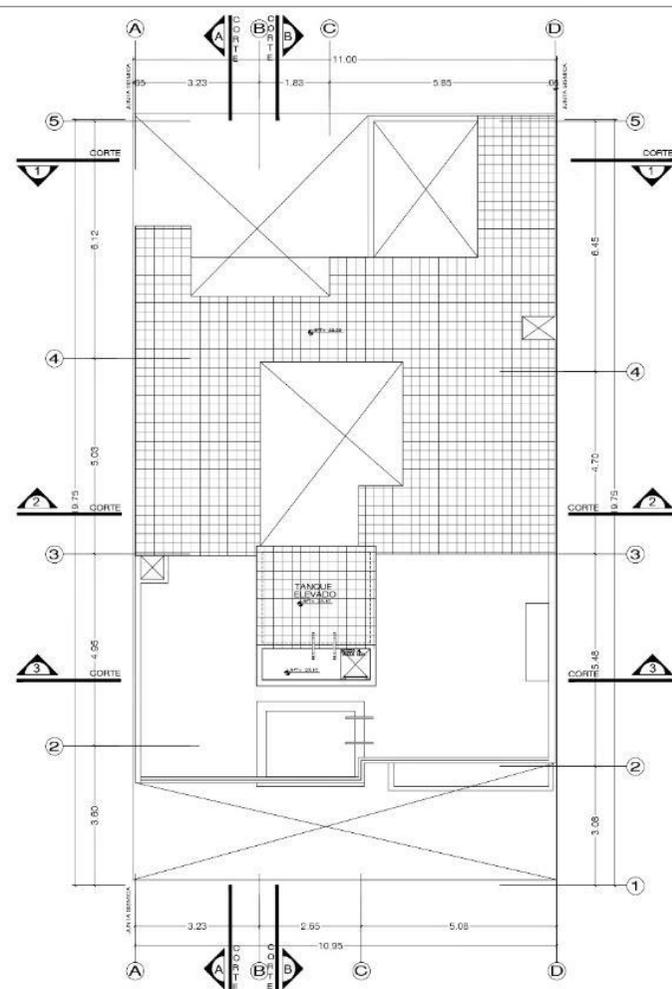
MOTOR S.A.C.

VIVIENDA MULTIFAMILIAR  
PROYECTO DE ARQUITECTURA, DISTRIBUCION SEKTOR Y SETIMO NIVEL  
DISEÑO: JESUS MITCHELL OLIVA VAGUELE  
PROYECTO: 17/75

A-03  
3 de 9



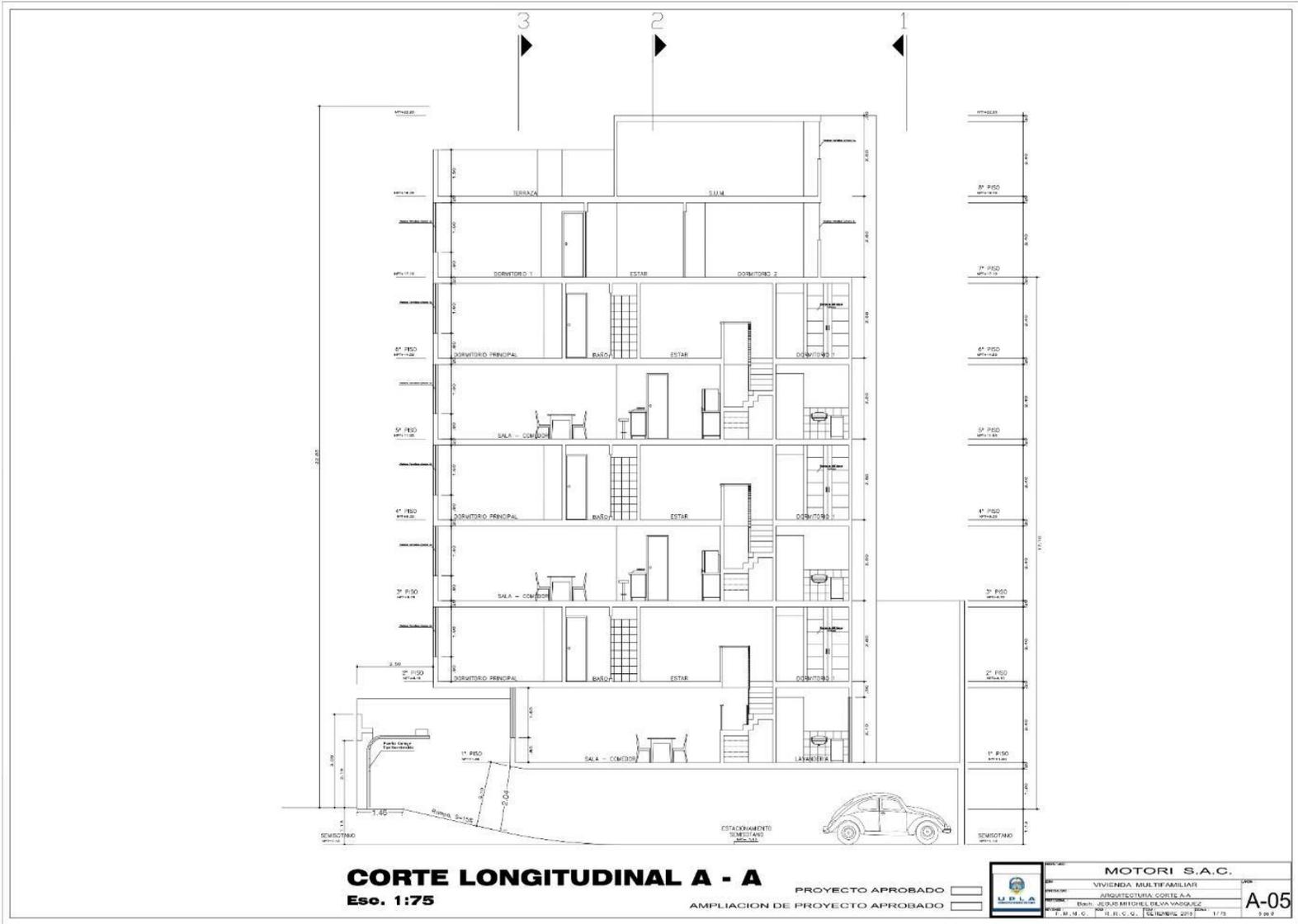
**Planta 8° Nivel**  
 Esc. 1:75  
 NPT + 19.70ml.



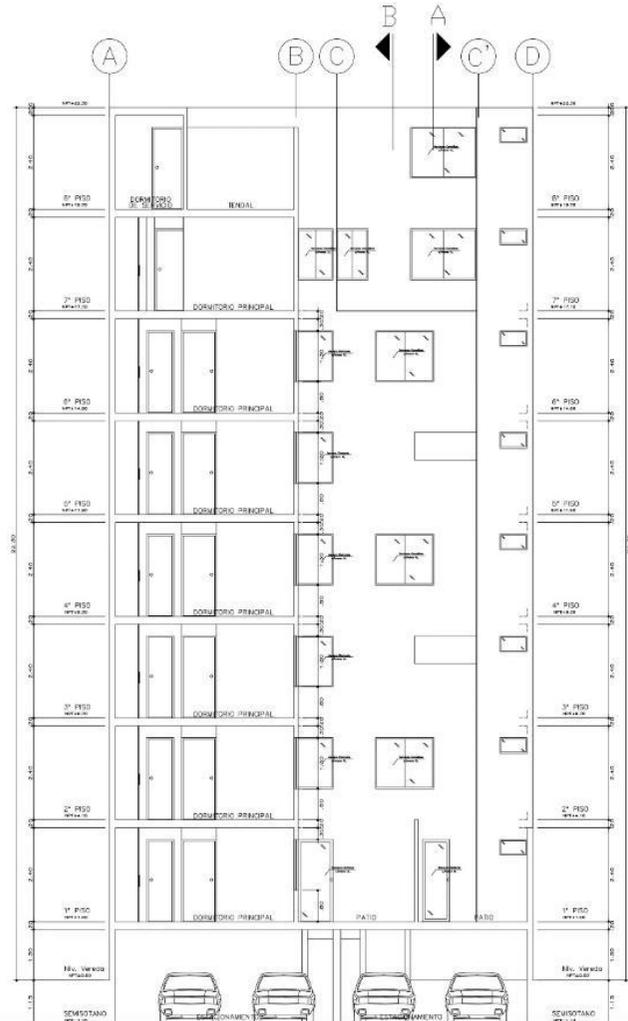
**Planta de Techos**  
 Esc. 1:75  
 NPT + 22.30ml.

PROYECTO APROBADO   
 AMPLIACION DE PROYECTO APROBADO

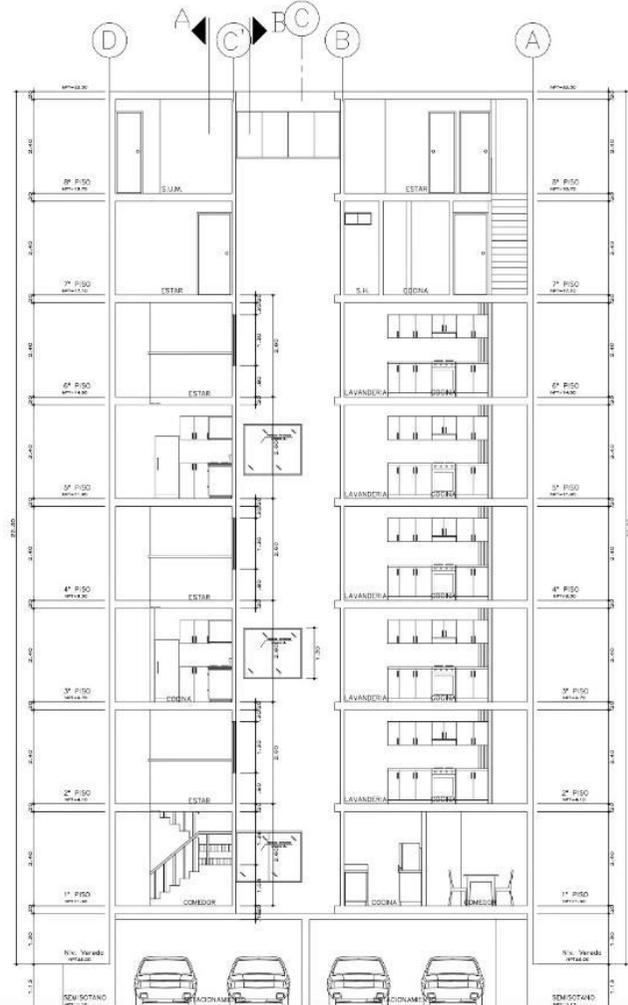
	MOTORI S.A.C.	
	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	
PROYECTO PARA DISTRIBUCION ASISTIDA (PARTE DE TECHOS)		
PROYECTO: BARRIO: QUINCE DE FEBRERO, BOLIVIA YANGORAZO		
PROYECTISTA: M. M. C. E. R. C. G. S. E. FEBRERO 2013 1/75		
		<b>A-04</b>







**CORTE 1-1**  
Eso. 1:75

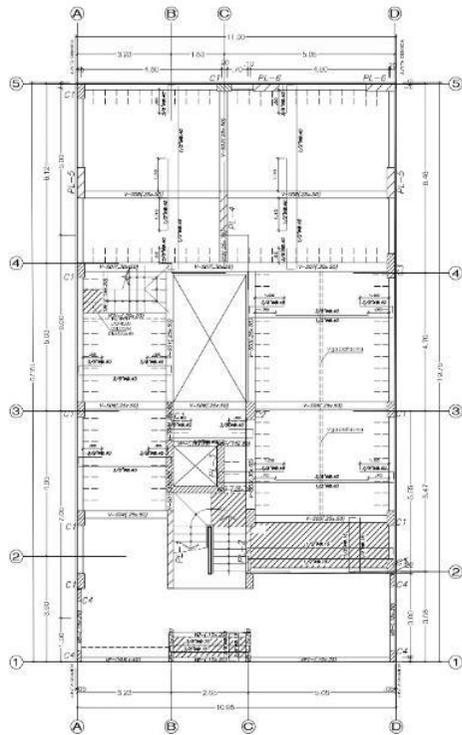


**CORTE 2-2**  
Eso. 1:75

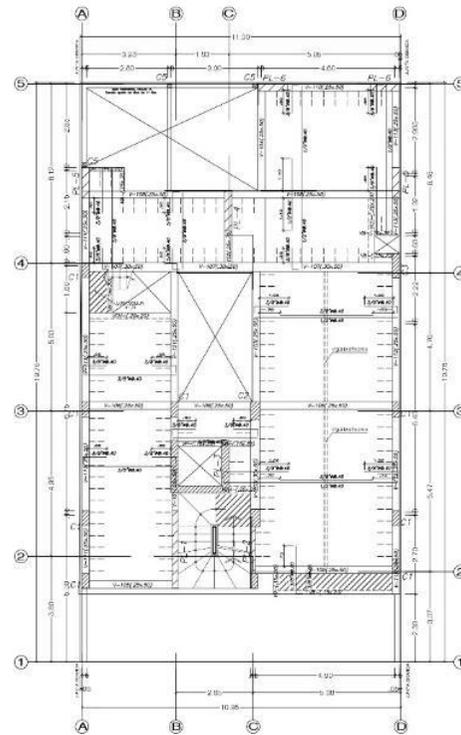
PROYECTO APROBADO   
AMPLIACION DE PROYECTO APROBADO



MOTORI S.A.C.  
VIVIENDA MULTIFAMILIAR  
PROYECTO: AMPLIACION DE PROYECTO APROBADO  
DISEÑO: JESUS MITCHEL DE VA VASQUEZ  
FECHA: 15/05/2016  
Escala: A-07



ALIGERADO DEL SEMISÓTANO  
S/C=250Kg/cm<sup>2</sup>  
E-1-1  
VIGAS: 4/16

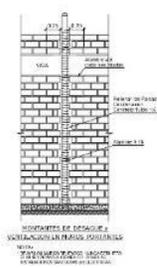


ALIGERADO DEL 1er. PISO  
S/C=250Kg/cm<sup>2</sup>  
E-1-2  
VIGAS: 4/16

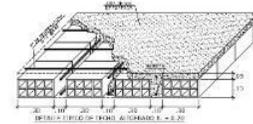
CUADRO DE VIGAS						
<p>V1 (1.7x2.3)</p>	<p>V2 (1.7x3.1)</p>	<p>V3 (1.7x3.1)</p>	<p>V4 (1.7x3.1)</p>	<p>V5 (1.7x3.1)</p>	<p>V6 (1.7x3.1)</p>	<p>V7 (1.7x3.1)</p>

DETALLE DE VIGAS PARA COLUMNAS EN COLUMNAS Y PLACAS

CLASE	1	2
ESPESOR	11	11
CLASE	11	11
ESPESOR	11	11



DETALLE PARA VIGAS Y PLACAS (ALIGERADO Y LIGADO)



Edificio

EDIFICIO MULTIFAMILIAR

Propietario

MOTORI S.A.C.

Logo: UPLA

Explicaciones

Estructuras

Nota

PLANTAS DE ALIGERADOS

Trabajo Recomendado

Boch

JESUS MITCHEL SILVA VASQUEZ

Trabajo

Boch

JESUS MITCHEL SILVA VASQUEZ

Asesor Profesional

A. Machado Mayra Arenas  
Roberto E. Quinteros Velasco

Fecha

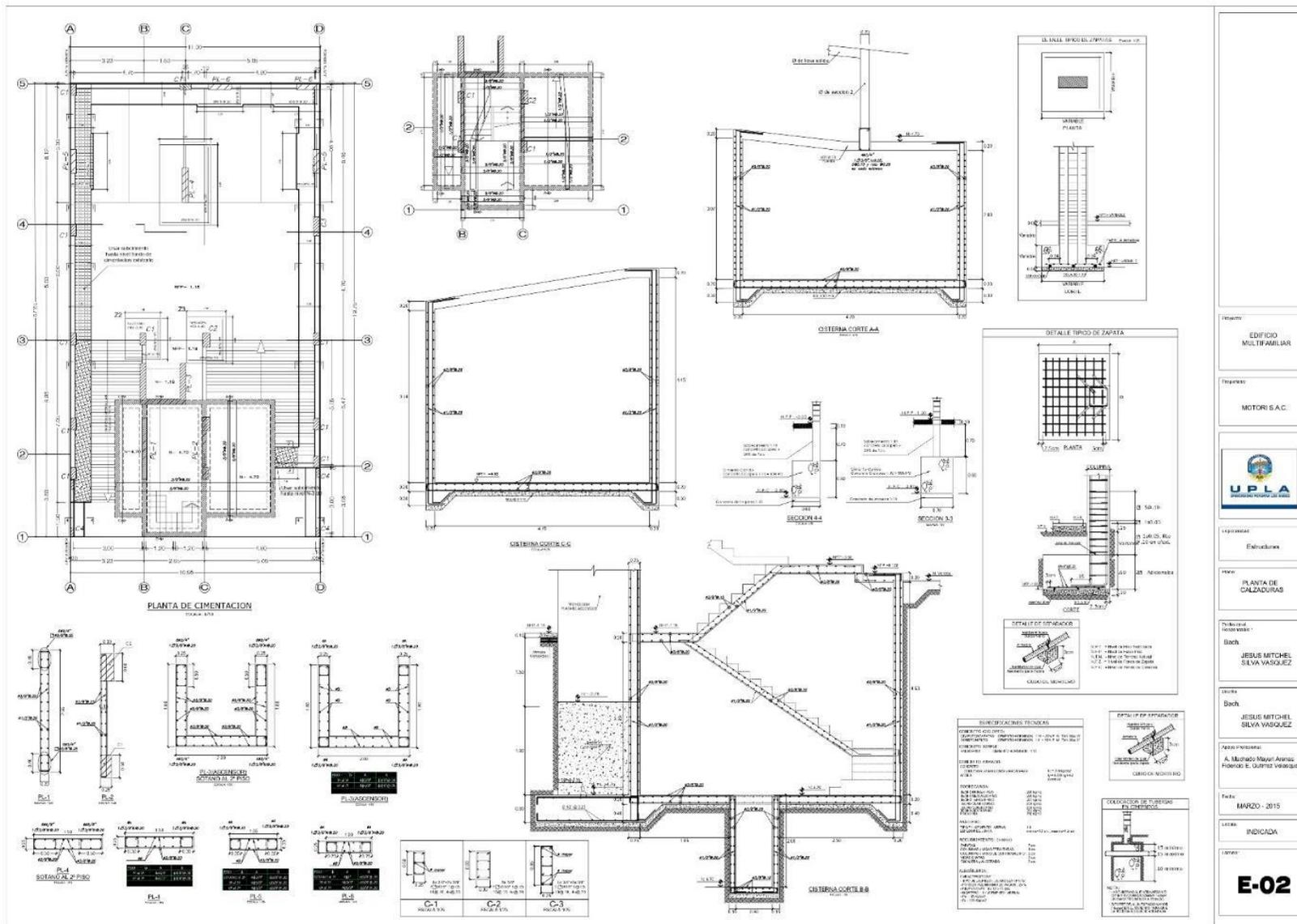
MARZO - 2015

Legenda

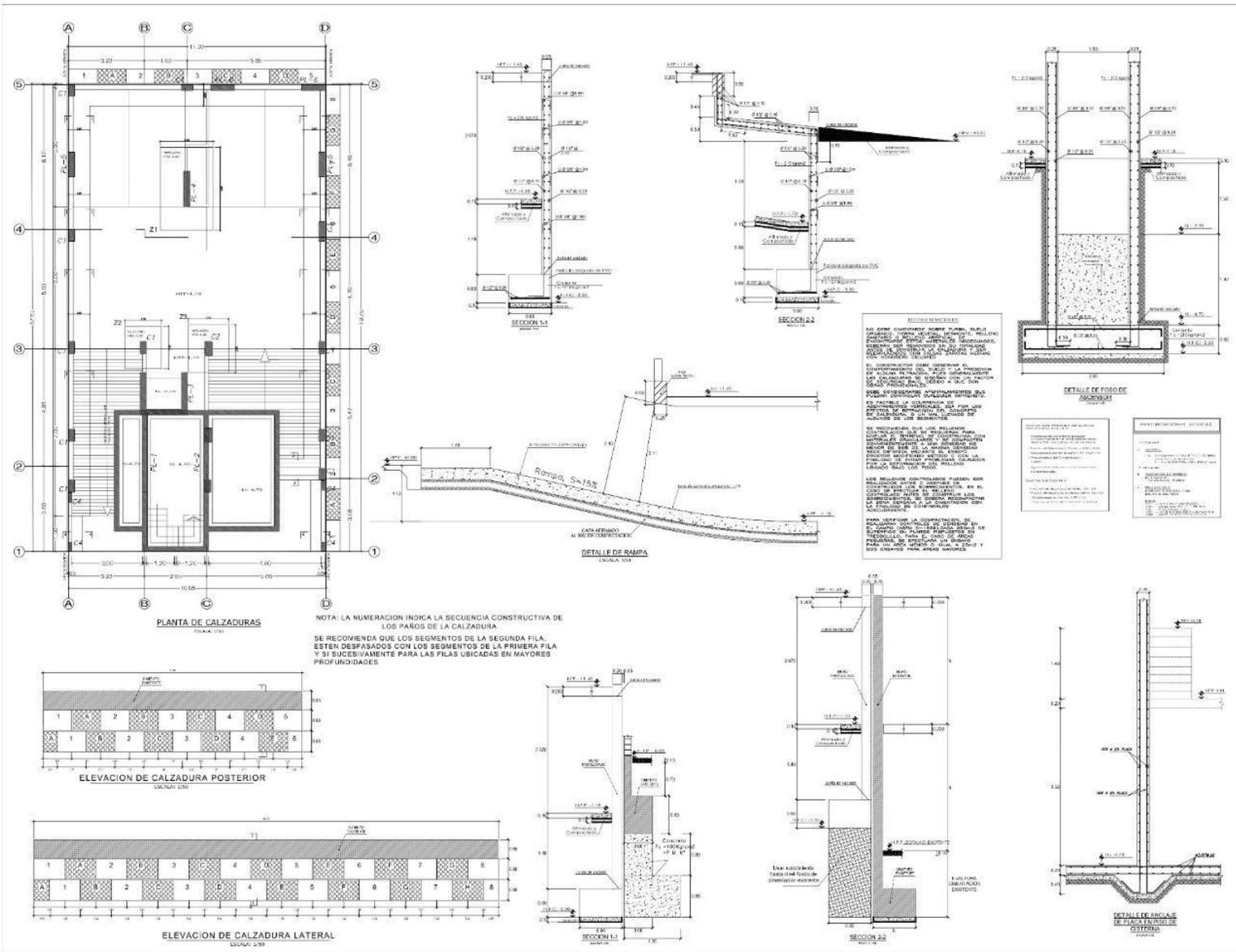
INDICADA

Formato

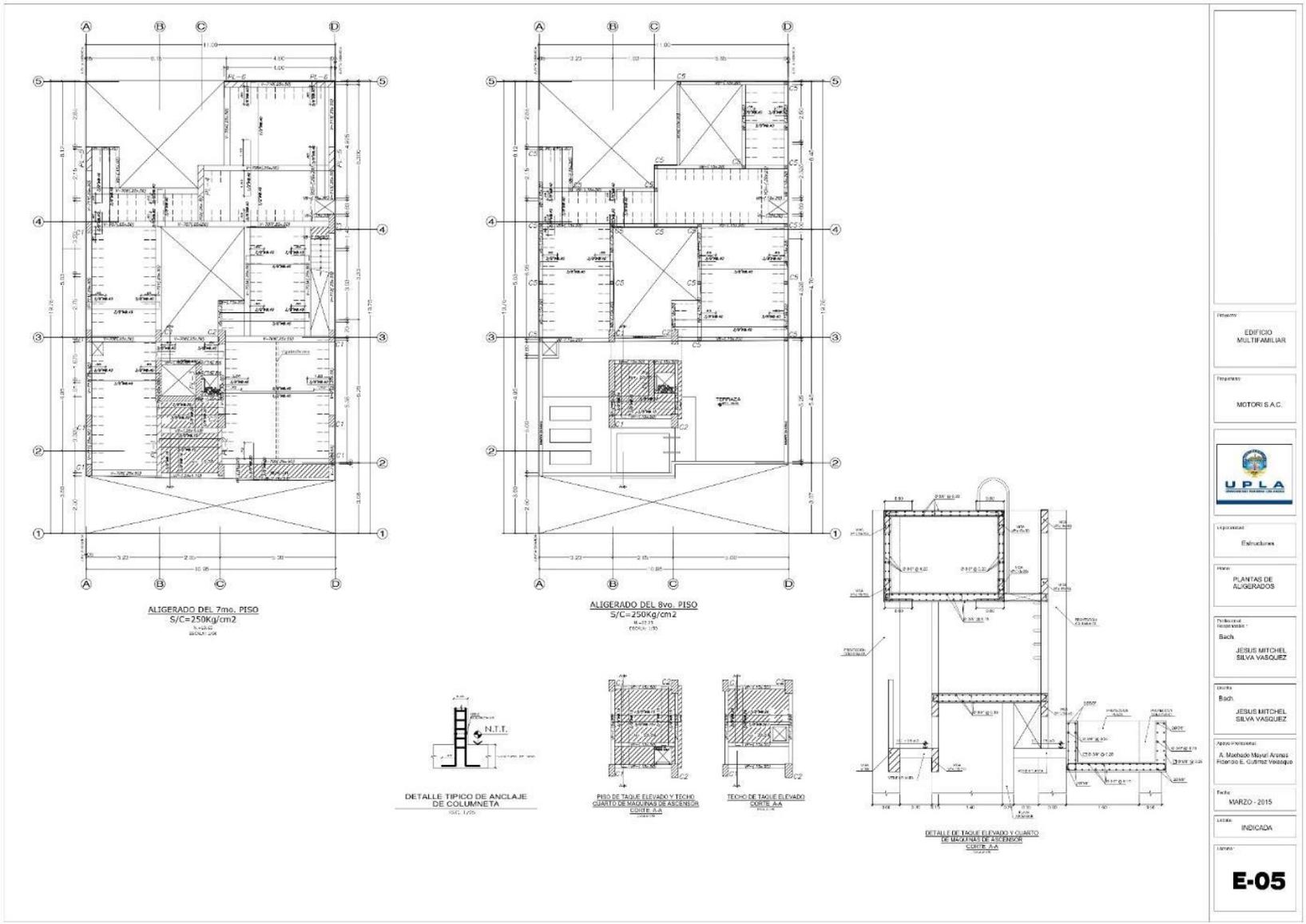
**E-03**



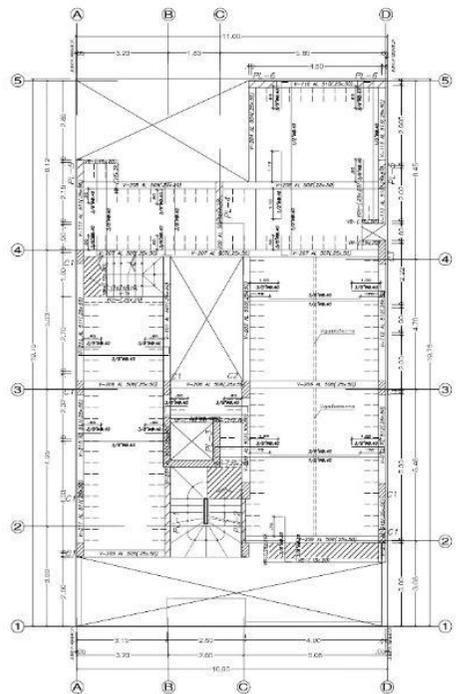
Edificio	EDIFICIO MULTIFAMILIAR
Tipo de Proyecto	MOTORI S.A.C.
Logo	
Disciplina	Estructura
Nombre del Proyecto	PLANTA DE CALZADURAS
Proyecto	Edificio de 10 pisos
Diseñador	JESUS MITCHEL SILVA VASQUEZ
Revisor	JESUS MITCHEL SILVA VASQUEZ
Fecha de Emisión	MARZO - 2015
Estado	INDICADA
Identificación	<b>E-02</b>



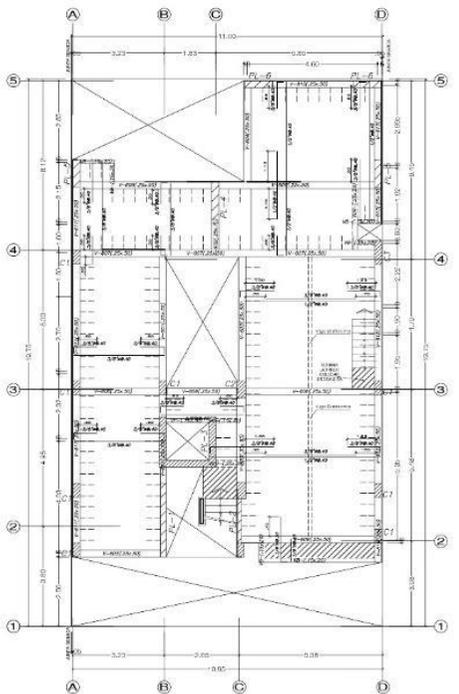
Título:	EDIFICIO MULTIFAMILIAR
Proyecto:	MOTOR S.A.C.
Logo:	
Tipología:	Estructuras
Plan:	PLANTA DE CALZADURAS
Diseñador:	JESUS MITCHEL SILVA VASQUEZ
Revisor:	JESUS MITCHEL SILVA VASQUEZ
Aprobación:	A. Pacheco Morán Apaza Roberto C. Cuervo Vasquez
Fecha:	MARZO - 2015
Legenda:	INDICADA
Identificación:	<b>E-01</b>



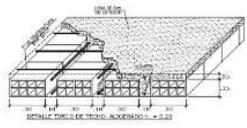
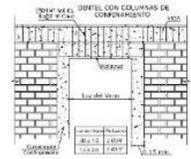
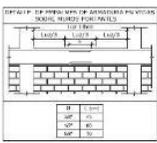
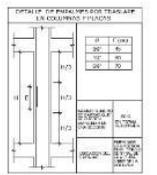
Proyecto:	EDIFICIO MULTIFAMILIAR
Propietario:	MOTOR S.A.C.
Logo:	
Supervisor:	Estructuras
Planos:	PLANTAS DE ALIGERADOS
Dibujante:	JESUS MITCHEL SILVA VASQUEZ
Revisor:	JESUS MITCHEL SILVA VASQUEZ
Apoyo Profesional:	A. Machado Moya Aranda Ingeniero E. Cuatrecasas Velasco
Fecha:	MARZO - 2015
Legenda:	INDICADA
Formato:	<b>E-05</b>



ALIGERADO DEL 2do. PISO  
 ALIGERADO DEL 3er. PISO  
 ALIGERADO DEL 4to. PISO  
 ALIGERADO DEL 5to. PISO  
 S/C=250kg/cm2  
 ESCALA 1:20



ALIGERADO DEL 6to. PISO  
 S/C=250kg/cm2  
 ESCALA 1:20



Proyecto:  
 EDIFICIO  
 MULTIFAMILIAR

Propietario:  
 MOTORI S.A.C.



Disciplina:  
 Estructuras

Título:  
 PLANTAS DE  
 ALIGERADOS

Profesor  
 Responsable:  
 Bach. JESUS MITCHEL  
 SILVA VASQUEZ

Bach.  
 JESUS MITCHEL  
 SILVA VASQUEZ

Aprob. Profesional  
 A. Mollinedo Mayani Arellano  
 Pineda y F. Guzman Velásquez

Fecha:  
 MARZO - 2015

Escala:  
 INDICADA

Lamina:  
**E-04**