

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

ANÁLISIS COMPARATIVO RESPECTO A LA APLICACIÓN
DEL ENFOQUE TRADICIONAL Y EL ENFOQUE LEAN
CONSTRUCTION EN LA PRODUCTIVIDAD DEL
PROYECTO RESIDENCIAL “GONZALES I” – SAN MIGUEL

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Marco Antonio Garay Jiménez

Asesor:

Mg.Sc. Edwin Jhon Aquise Dueñas

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia que siempre confió en mí, en mis ganas de querer superarme en todo aspecto de mi vida y por ello agradezco todo el apoyo brindado en este maravilloso camino profesional el cual con la experiencia ganada me llena de satisfacciones y me motiva a seguir aprendiendo más y alcanzar mis metas propuestas.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios por todas las experiencias superadas en mi vida hasta el día de hoy, por la bendición de poder luchar día a día y por esa fortaleza que generó en mí, en cada momento difícil y saber que todo se puede lograr en esta vida, con ganas de lucha y dedicación.

Particularmente agradezco a mi padre quien en un inicio involuntariamente generó en mí el interés por esta hermosa carrera que estoy ejerciendo y que me llena de satisfacciones. Siempre estaré orgulloso de él, ya que, pese a que no tuvo la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera, con la experiencia adquirió muchos conocimientos y para mí él es un gran ingeniero.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
RESUMEN EJECUTIVO.....	14
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. REFERENTE A LA EMPRESA.....	15
1.1.1 Organigrama.....	16
1.2. REFERENTE A LA GESTION OPERATIVA DE LA EMPRESA.....	17
1.2.1. Flujograma.....	18
1.3. REALIDAD DE LA PROBLEMÁTICA.....	20
1.4. REFERENTE A LA EXPERIENCIA LABORAL.....	23
1.5. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	34
1.5.1. Problema general.....	35
1.5.2. Problemas específicos.....	35
1.6. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	35
1.7. OBJETIVO GENERAL.....	37
1.7.1. Objetivo general.....	37
1.7.2. Objetivos específicos.....	37
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	38
2.1. BASES-TEÓRICAS.....	38
2.2. TERMINOS RELACIONADOS AL TEMA DE TRABAJO.....	40
2.2.1. Lean Construction.....	40
2.2.2. Desperdicios.....	40
2.2.3. La construcción según el enfoque Lean.....	47
2.2.4. Modelo tradicional.....	48
2.2.5. Lean Project Delivery System (LPDS).....	49
2.2.6. Fase de montaje o ejecución Lean.....	51
2.2.7. Last Planner System o el último planificador.....	57
2.3. ANTECEDENTES DE LA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION.....	61

2.4. LIMITACIONES EN EL PROYECTO.....	64
---------------------------------------	----

CAPÍTULO 3. DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA..... 65

3.1. ALCANCE DEL PROYECTO.....	65
3.1.1. Descripción del proyecto.....	65
3.1.2. Descripción técnica del proyecto.....	65
3.1.3. Ubicación.....	69
3.1.4. Área del terreno.....	70
3.1.5. Presupuesto del proyecto.....	70
3.1.6. Cliente.....	70
3.1.7. Empresa ejecutora.....	71
3.1.8. Cargos y responsabilidades.....	71
3.2. FUNCIONES DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	72
3.2.1. Funciones en oficina.....	73
3.2.2. Funciones en campo.....	77
3.3. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LPDS.....	86
3.3.1. Sectorización.....	86
3.3.2. Presupuesto de obra.....	87
3.3.3. Informe semanal de producción (ISP).....	87
3.3.4. Curvas de productividad.....	97
3.3.5. Ingreso de datos de cuadrilla.....	97

CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....104

4.1. RESULTADO 1.....	104
4.2. RESULTADO 2.....	138
4.3. RESULTADO 3.....	153

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....157

5.1. CONCLUSIONES.....	157
5.2. RECOMENDACIONES.....	160

REFERENCIAS..... 161

ANEXOS..... 163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas y servicios en el proyecto "Gonzales I"	24
Tabla 2. Ejemplo de tipos de trabajo.....	56
Tabla 3. Presupuesto del 1° piso al 5° piso del proyecto "Gonzales I"	88
Tabla 4. Presupuesto para el Informe semanal de producción (ISP).....	89
Tabla 5. Análisis de precios unitarios de la partida de concreto $f'c=210$ kg/cm ² (placas).	90
Tabla 6. Informe Semanal de Producción – Semana 1.....	91
Tabla 7. Informe Semanal de Producción - Semana 2.	92
Tabla 8. Informe Semanal de Producción - Semana 3.	93
Tabla 9. Informe Semanal de Producción - Semana 4.	94
Tabla 10. Informe Semanal de Producción - Semana 5.	95
Tabla 11. Informe Semanal de Producción - Semana 6.	96
Tabla 12. Curva de productividad / partida de concreto.	98
Tabla 13. Curva de productividad - Encofrado / desencofrado.....	99
Tabla 14. Curva de productividad – Acero de refuerzo.	100
Tabla 15. Ingreso de datos de la cuadrilla de acero. Antes de aplicar Lean Construction.	101
Tabla 16. Ingreso de datos de la cuadrilla de concreto. Antes de aplicar Lean Construction.	102
Tabla 17. Ingreso de datos de la cuadrilla de encofrado. Antes de aplicar Lean Construction.	103
Tabla 18. Variación de HH, según el informe semanal de producción – Semana 1 (concreto - columnas).	104
Tabla 19. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (concreto - placas).	104
Tabla 20. Variación de HH, según el informe semanal de producción – Semana 1 (concreto - vigas).	105
Tabla 21. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (concreto - losas).	105
Tabla 22. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (concreto - escaleras).	105
Tabla 23. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (encofrado - columnas).	106
Tabla 24. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (encofrado - placas).	106
Tabla 25. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (encofrado - vigas).	106
Tabla 26. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (encofrado - losas).	107

Tabla 27. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (acero - columnas).....	107
Tabla 28. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (acero - placas).	107
Tabla 29. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (concreto - columnas).....	108
Tabla 30. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (concreto - placas).	108
Tabla 31. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (concreto - vigas).	108
Tabla 32. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (concreto - losas).	109
Tabla 33. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (concreto - escaleras).....	109
Tabla 34. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (encofrado - columnas).....	109
Tabla 35. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (encofrado - placas).	110
Tabla 36. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (encofrado - vigas).....	110
Tabla 37. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (encofrado - losas).	110
Tabla 38. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (encofrado - escaleras).....	111
Tabla 39. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (acero - columnas).....	111
Tabla 40. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (acero - placas).	111
Tabla 41. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (acero - vigas).	112
Tabla 42. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (acero - losas).	112
Tabla 43. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (acero - escaleras).....	112
Tabla 44. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (concreto - columnas).....	113

Tabla 45. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (concreto - placas).	113
Tabla 46. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (concreto - vigas).	113
Tabla 47. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (concreto - losas).	114
Tabla 48. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (concreto - escaleras).	114
Tabla 49. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (encofrado - columnas).	114
Tabla 50. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (encofrado - placas).	115
Tabla 51. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (encofrado - vigas).	115
Tabla 52. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (encofrado - losas).	115
Tabla 53. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (encofrado - escaleras).	116
Tabla 54. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (acero - columnas).	116
Tabla 55. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (acero - placas).	116
Tabla 56. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (acero - vigas).	117
Tabla 57. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (acero - losas).	117
Tabla 58. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (acero - escaleras).	117
Tabla 59. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (concreto - columnas).	118
Tabla 60. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (concreto - placas).	118
Tabla 61. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (concreto - vigas).	118
Tabla 62. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (concreto - losas).	119

Tabla 63. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (concreto - escaleras).....	119
Tabla 64. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (encofrado - columnas).....	119
Tabla 65. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (encofrado - placas).....	120
Tabla 66. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (encofrado - vigas).....	120
Tabla 67. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (encofrado - losas).....	120
Tabla 68. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (encofrado - escaleras).....	121
Tabla 69. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (acero - columnas).....	121
Tabla 70. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (acero - placas).....	121
Tabla 71. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (acero - vigas).....	122
Tabla 72. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (acero - losas).....	122
Tabla 73. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (acero - escaleras).....	122
Tabla 74. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (concreto - columnas).....	123
Tabla 75. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (concreto - placas).....	123
Tabla 76. Variación de HH, según el informe semanal de producción -Semana 5 (concreto - vigas).....	123
Tabla 77. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (concreto - losas).....	124
Tabla 78. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (concreto - escaleras).....	124
Tabla 79. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (encofrado - columnas).....	124
Tabla 80. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (encofrado - placas).....	125

Tabla 81. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (encofrado - vigas).....	125
Tabla 82. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (encofrado - losas).	125
Tabla 83. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (encofrado - escaleras).....	126
Tabla 84. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (acero - columnas).	126
Tabla 85. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (acero - placas).	126
Tabla 86. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (acero - vigas).	127
Tabla 87. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (acero - losas).	127
Tabla 88. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (acero - escaleras).....	127
Tabla 89. Variación de HH, según los informes semanales de producción.	128
Tabla 90. Carta balance de la cuadrilla de acero. Datos antes de aplicar Lean Construction.	129
Tabla 91. Nivel general de actividad de la cuadrilla de acero. Datos antes de aplicar Lean Construction.	130
Tabla 92. Carta balance de la cuadrilla de concreto. Datos antes de aplicar Lean Construction. ..	132
Tabla 93. Nivel general de actividad de la cuadrilla de concreto. Datos antes de aplicar Lean Construction.	133
Tabla 94. Carta balance de la cuadrilla de encofrado. Datos antes de aplicar Lean Construction.	135
Tabla 95. Nivel general de actividad de la cuadrilla de encofrado. Datos antes de aplicar Lean Construction.	136
Tabla 96. Resultado del trabajo general - acero (antes de aplicar Lean Construction).	139
Tabla 97. Carta balance de la partida de acero después de aplicar Lean Construction.	140
Tabla 98. Nivel general de actividad de la cuadrilla de acero. Datos después de aplicar Lean Construction.	141
Tabla 99. Resultado del trabajo general - acero (después de aplicar Lean Construction).....	142
Tabla 100. Comparativo del antes y después de la aplicación Lean Construction, en la partida de acero.	142
Tabla 101. Resultado del trabajo general - concreto (antes de aplicar Lean Construction).	144
Tabla 102. Carta balance de la partida de concreto después de aplicar Lean Construction.	145

Tabla 103. Nivel general de actividad de la cuadrilla de concreto. Datos después de aplicar Lean Construction.	146
Tabla 104. Resultado del trabajo general - concreto (después de aplicar Lean Construction).....	147
Tabla 105. Comparativo del antes y después de la aplicación Lean Construction, en la partida de concreto.	147
Tabla 106. Resultado del trabajo general - encofrado (antes de aplicar Lean Construction).....	149
Tabla 107. Carta balance de la partida de encofrado después de aplicar Lean Construction.....	150
Tabla 108. Nivel general de actividad de la cuadrilla de encofrado. Datos después de aplicar Lean Construction.	151
Tabla 109. Resultado del trabajo general - encofrado (después de aplicar Lean Construction). ...	152
Tabla 110. Comparativo del antes y después de la aplicación Lean Construction, en la partida de encofrado.....	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de Cosntructora Garay S.A.C.	16
Figura 2. Flujograma de pequeña empresa constructora.	18
Figura 3. Nuevo Proyecto multifamiliar "Oquendo I".	19
Figura 4. Ciclo de vida del proyecto.	20
Figura 5. Vista en 3D del proyecto "Gonzales II".	30
Figura 6. Vista en 3D del proyecto residencial "Villegas".	34
Figura 7. Los 8 tipos de desperdicios.	41
Figura 8. Círculo de improductividad de una empresa.	42
Figura 9. Enfoque Tradicional vs Enfoque Lean.	48
Figura 10. Lean Project Delivery System.	50
Figura 11. Curvas de productividad en disminución (rendimiento vs tiempo).	53
Figura 12. Curvas de productividad de disminución (velocidad vs tiempo).	53
Figura 13. Curvas de productividad en mejora (velocidad vs tiempo).	54
Figura 14. Curvas de productividad en mejora (rendimiento vs tiempo).	54
Figura 15. Ejemplo de resumen general de carta balance de una cuadrilla.	57
Figura 16. Modelo general de planificación del proyecto usando LSP.	58
Figura 17. Línea de producción flow vs Línea de producción task.	62
Figura 18. Vista real del proyecto "Gonzales I".	65
Figura 19. Vista en 3D del proyecto "Gonzales I".	66
Figura 20. Plano de cimentación E-01 del proyecto "Gonzales I"	67
Figura 21. Plano de encofrado de losa E-05 del proyecto "Gonzales I".	68
Figura 22. Plano de distribución del 1° piso del proyecto "Gonzales I".	69
Figura 23. Croquis de ubicación del proyecto "Gonzales I".	70
Figura 24. Tipo de informe de observaciones en campo.	76
Figura 25. Formato de gestión de seguridad, ambiente y salud ocupacional.	79
Figura 26. Formato de seguridad en trabajos en caliente.	80
Figura 27. Formato de seguridad ATS (Análisis de trabajo seguro).	81
Figura 28. Carta de garantía de la empresa "OCH INGENIERIA S.A.C"	84
Figura 29. Certificado de calidad - Aceros Arequipa.	85
Figura 30. Sectorización del 1° al 5° piso - planta típica.	86
Figura 31. Carta balance de la partida de acero antes de aplicar Lean Construction.	138
Figura 32. Distribución de trabajo general, antes de aplicar Lean Construction.	139
Figura 33. Carta balance de la partida de concreto antes de aplicar Lean Construction.	143
Figura 34. Distribución de trabajo general, antes de aplicar Lean Construction.	144

Figura 35. Carta balance de la partida de encofrado/desencofrado antes de aplicar Lean

Construction.	148
Figura 36. Distribución de trabajo general, antes de aplicar Lean Construction.....	149
Figura 37. Análisis de restricciones - Semana 1.	153
Figura 38. Análisis de restricciones - Semana 2.	154
Figura 39. Análisis de restricciones - Semana 3.	155
Figura 40. Clasificación de restricciones.	156
Figura 41. Variación de restricciones con respecto al tiempo.....	156
Figura 42. Variación total de restricciones por semana con respecto al tiempo.	156

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto multifamiliar “Gonzales I” es el primer proyecto donde me desempeñé con el cargo de asistente de residente de obra cumpliendo con las funciones encomendadas, estas funciones las realicé bajo una metodología tradicional en general, pero también apliqué algunos formatos de supervisión propuestos por el residente de obra. Gracias a la experiencia obtenida en este proyecto aprendí más sobre la supervisión y criterios a considerar en cada partida del proyecto desde los trabajos preliminares hasta la declaratoria de fábrica y entrega de departamentos cumpliendo con las necesidades del cliente, así como también saber implementar soluciones a problemas presentados en el día a día durante el proceso de ejecución del proyecto. El proyecto se realizó con el sistema constructivo de pórticos y placas de concreto armado, para los muros perimetrales y divisorios se usó el sistema de mampostería con placas de sílice calcáreo. Se aplicó este sistema con el fin de generar un ahorro a largo plazo, ya que, no se consideran las partidas de revestimiento en tarrajeo y limpieza de desperdicios del mismo. El presente trabajo es de tipo descriptivo y comparativo, ya que, se describirán los tipos de herramientas de la filosofía Lean Construction de las cuales son aplicadas en una muestra, en este caso un proyecto real, esto con el fin de realizar una comparación de efectividad en la producción tanto bajo la metodología convencional o tradicional, así como también bajo la aplicación de la metodología Lean Construction. En los resultados se pudo observar una diferencia considerable en la productividad del recurso de mano de obra en las partidas de estructuras, es por ello que concluyo que tiene beneficios considerables aplicar nuevas metodologías generando así un mejor orden y control de procesos constructivos en un proyecto.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

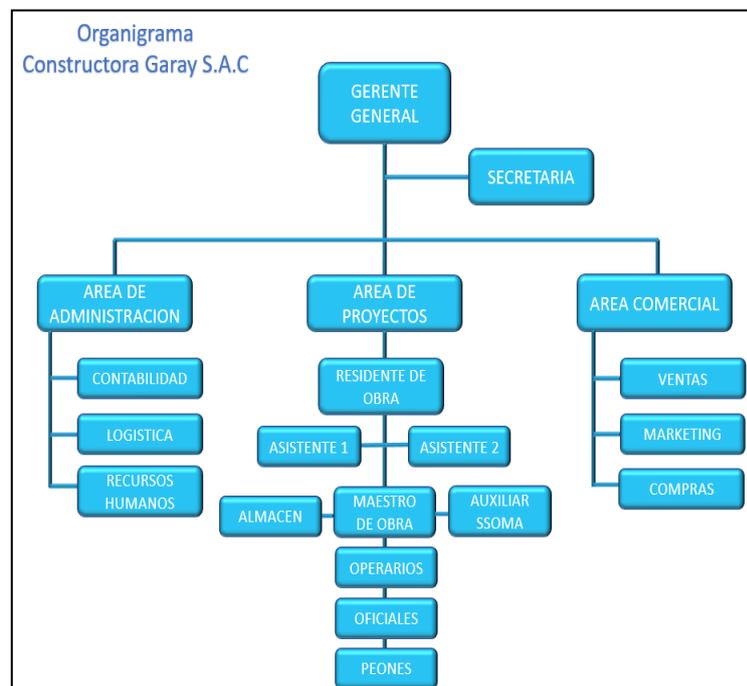
1.1. REFERENTE A LA EMPRESA

La razón social de la empresa es CONSTRUCTORA GARAY S.A.C, con el N° RUC: 20138865801 y la dirección legal ubicada en calle Carlos Oquendo de Amat 200 Urbanización La Arboleda de Maranga Distrito de San miguel – Lima. La empresa CONSTRUCTORA GARAY S.A.C fue fundada en el año 1989 por el actual gerente general Don Eulogio Luis Garay Pampa y en el año 1990 llevó a cabo su primero proyecto de vivienda multifamiliar “RESIDENCIAL GORRION” ubicado en el Distrito de Los Olivos – Lima. En la actualidad se han llegado a realizar 19 proyectos de vivienda multifamiliar en distintos distritos tales como: Comas, San Martin de Porres, Los Olivos, La Molina, Santiago de Surco y San miguel. Generalmente los proyectos realizados tienen un parámetro de 180 a 250 metros cuadrados y con una cantidad de hasta 12 departamentos por proyecto. Actualmente el equipo de trabajo está conformado por profesionales designados a cada cargo que conforma el organigrama de la empresa, con el fin de llevar a cabo cada ciclo de vida de un proyecto de manera satisfactoria. Cada año la empresa ha venido participando en diferentes eventos de capacitación y exposición de novedades en el sector construcción, con el fin de mantenerse actualizado y mantener la competitividad en el mercado, para cumplir con las exigencias y necesidades del cliente.

La misión de la empresa es llegar a ofrecer un bien de calidad con la característica de ser más exclusivo para el cliente a comparación de otros proyectos multifamiliares que presentan un diseño de distribución poco exclusivo y que muchas veces no cumplen con las necesidades del cliente, así como también contar con un equipo de trabajo constantemente capacitado y comprometido con el crecimiento de la organización, por otro lado, la visión está enfocada a tener un crecimiento de producción en forma exponencial tanto como generar la amplitud del equipo laboral contando con una cantidad mayor de miembros, así como también en llegar a realizar proyectos de mayor envergadura y prestación de servicios, que no sea solo en el sector privado, sino también llegar a participar en licitaciones con el estado. A continuación, se detallará el organigrama actual de la empresa constructora.

1.1.1 Organigrama

Figura 1. Organigrama de Cosntructora Garay S.A.C.



Fuente: Edición propia, 2017.

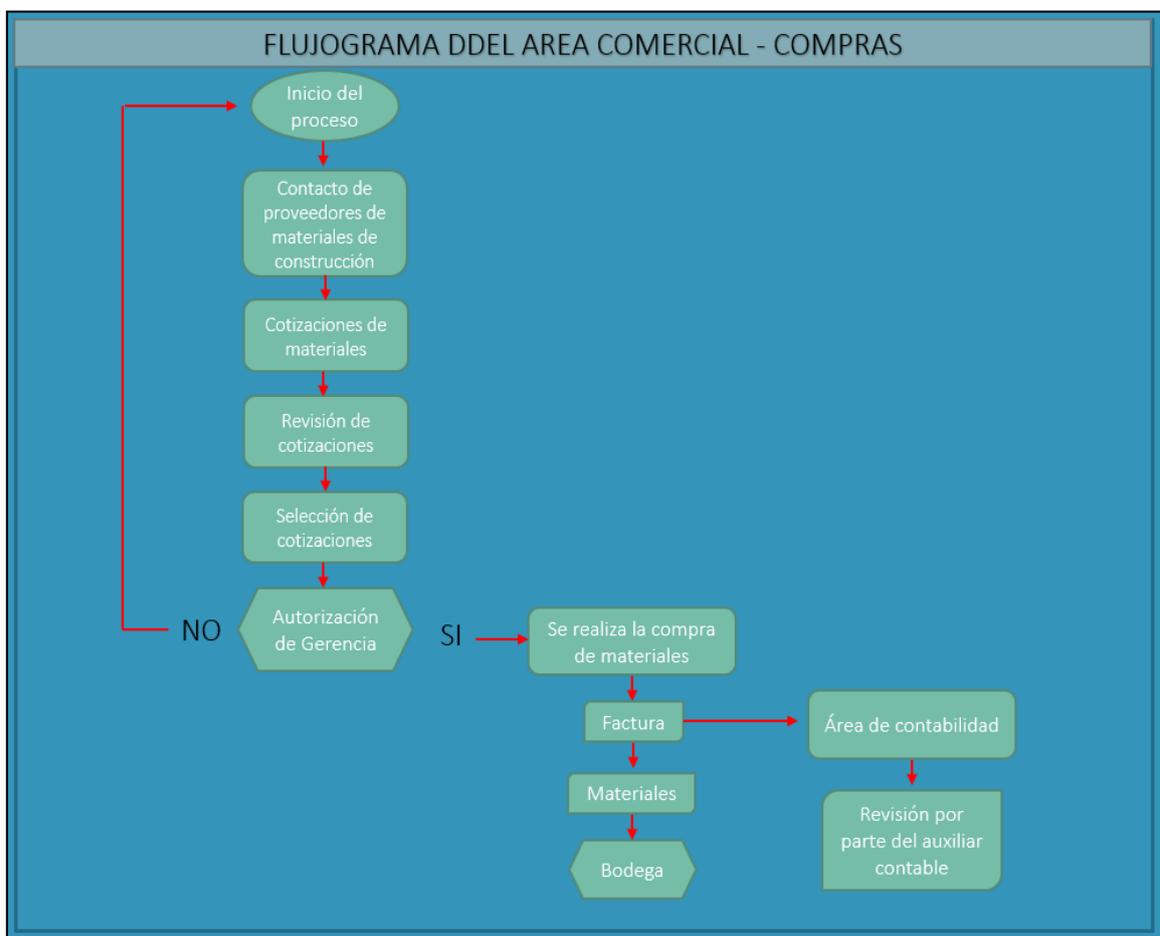
1.2. REFERENTE A LA GESTION OPERATIVA DE LA EMPRESA

La empresa Constructora Garay S.A.C hasta fines del año 2018 únicamente realizaba proyectos privados sin prestar servicios a terceros. Para realizar dichos proyectos multifamiliares el primer proceso a realizar es la compra de un bien inmueble bajo una serie de consideraciones previas, tales como: parámetros, ubicación, condición legal, servicios básicos, estudio de mercado, precio, etc. “Si en un proyecto inmobiliario el valor del terreno es mayor al 30% del costo total de la obra, probablemente no será una inversión exitosa o costará serlo” (Aisa Beatriz Correa – Tinsa, Perú). Por consiguiente, se realiza un planeamiento evaluando la viabilidad del ciclo del proyecto a desarrollar, desde concebir la idea hasta materializarlo. La constructora a lo largo de los años ha venido ejecutando los proyectos multifamiliares de manera simultánea quiere decir que iniciaba la ejecución de un proyecto después de haber declarado el anterior, pero este proceso operativo generaba periodos de tiempo no laborables y por consiguiente para inicio del próximo proyecto nuevamente tenía que hacer convocatoria de personal obrero, es por ello que a inicios del año 2019 comienza a prestar servicios de consultoría, elaboración de proyectos, reparación, venta de productos, mantenimiento, refracciones, ampliaciones, reforzamiento estructural y supervisión. Estos servicios se han realizado en proyectos multifamiliares y unifamiliares del distrito de Los olivos, San miguel y San Luis. Con respecto al financiamiento de crédito del banco privado, este exige una serie de requisitos para llevar a cabo un proyecto multifamiliar, por ejemplo uno de los requisitos es ya tenga una preventa confirmada y otra es que los clientes realicen la compra de los departamentos mediante su afiliación con el banco, en el proceso de preventa y ejecución del proyecto, la empresa debe sustentar todos los gastos generales progresivamente en la etapa de ejecución con un periodo de 15 días, para que el banco pueda aprobar el desembolso del financiamiento y así llegar a culminar el

proyecto en su totalidad. Siguiendo con la mención de las decisiones estratégicas que tomó la empresa, en el año 2019 también inició la venta de aparatos sanitarios importados del exterior, los cuales tienen un diseño moderno y exclusivo. A continuación, se muestra en imagen el flujograma del área de compras de la empresa:

1.2.1. Flujograma

Figura 2. Flujograma de pequeña empresa constructora.



Fuente: Edición propia, 2017.

La empresa constructora participó en la feria más grande del diseño y arquitectura en nuestro país, EXPODECO 2019, el cual se llevó a cabo del 15 al 19 de mayo, en el Centro de

Convenciones de la Corporación E. Wong, en el distrito de La Molina – Lima, esta participación tuvo una óptima respuesta, ya que se lograron captar más clientes, con el fin de dar a conocer el brochure de la empresa al público en general para ir tomando posesión siendo competitivos en el mercado. Lamentablemente en la actual coyuntura que está atravesando tanto nuestro país como en el resto del mundo ha venido generando una serie de efectos negativos en el sector económico, como consecuencia de ello de manera temporal la empresa dejó de importar productos del exterior dejando así sin actividad el servicio de ventas de productos sanitarios. Actualmente la empresa se encuentra realizando las gestiones de trámites para los permisos correspondientes que otorguen el inicio de ejecución del nuevo proyecto multifamiliar "Oquendo I". A continuación, se muestra en imagen la vista en 3d del nuevo proyecto a ejecutar.

Figura 3. Nuevo Proyecto multifamiliar "Oquendo I".



Fuente: Edición propia, 2020.

El principal servicio de la empresa es la venta de departamentos, el cual se viene desarrollando de manera consecutiva y conforme el transcurrir de los años se viene

innovando la calidad de sus acabados, así como también el óptimo diseño de distribución y sobre todo aplicando métodos estratégicos de ventas como dar la opción al cliente de adquirir la compra de preventiva de su departamento y poder personalizar los acabados del bien adquirido. A continuación, se demuestra una gráfica del ciclo de vida de un proyecto, el cual se adapta al tipo de proyecto, según el sector laboral.

Figura 4. Ciclo de vida del proyecto.



Fuente: (<https://www.explicacion.net/ciclo-de-vida-de-un-proyecto/>, s.f.).

1.3. REALIDAD DE LA PROBLEMÁTICA

El sector de la construcción particularmente en el Perú representa una de las actividades más dinámicas en nuestra economía, debido a que a lo largo de los últimos años ha sido uno de los mayores impulsores de la economía nacional. Actualmente, es uno de los sectores que más contribuye con el crecimiento del PBI (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014,

pág. 8). Con respecto a la ejecución de proyectos de obras civiles, cada producto o proyecto realizado es distinto al otro quiere decir que no hay un diseño estandarizado para realizar otro proyecto, ya que influyen muchos factores que generan un diseño particular para cada proyecto, por estas características especiales las empresas constructoras tienden a presentar un riesgo empresarial alto, al margen de que las actividades son descentralizadas esto quiere decir que se realizan en varios lugares del país generando un efecto exponencial en la economía. Pero este crecimiento de la demanda por el aumento de densidad poblacional genera una gran informalidad en nuestro país que viene presentándose por muchos años, según la Cámara Peruana de Comercio sólo en Lima el 70% de las viviendas son informales y a nivel nacional sería alrededor del 80%, es por ello que debemos llegar al punto de cuestionarnos qué porcentaje de las empresas constructoras formales siguen realizando la ejecución de sus proyectos con metodologías antiguas que a la fecha representaría problemas en seguridad, calidad y en general económico, ya que, invierten en procesos pocos sofisticados, debido a la falta de conocimiento tecnológico. (Alarcon & Pellicer, 2009).

Así como al pasar de los años las empresas están utilizando nuevos materiales en la ejecución de los proyectos, con el fin de reducir costos y generar más utilidades, también vienen utilizando una serie de metodologías que permiten planificar de manera estratégica el ciclo de vida de un proyecto, con el fin de mejorar la productividad, reducir deficiencias y mejorar la calidad de los procesos. En general la industria de la construcción desde hace muchos años representa las mismas deficiencias como retrasos y desperdicios en los procesos de un proyecto. En la actualidad el escenario en el que se desarrollan las empresas constructoras, tiende a la necesidad de plantear nuevos enfoques de producción, donde es muy importante analizar e identificar la optimización de la variable rendimiento laboral, a nivel general el concepto de esta variable se ha mantenido en un hábito más conceptual, generando una

complejidad al momento de querer aplicar herramientas que mejoren la productividad en el proceso de ejecución del ciclo de vida de un proyecto. (Aларcon & Pellicer, 2009).

El desarrollo de este trabajo tiene como finalidad relacionar el concepto de la variable rendimiento de mano de obra con la aplicación de las herramientas bajo la filosofía Lean Construction, el cual es un complemento importante para el análisis enfocado a la producción, con el fin de demostrar las herramientas, sus aplicaciones y la relevancia que esto repercute en el rendimiento de la obra. Al gestionar una empresa, muchas veces se equivocan considerando que la organización es un conjunto de partes y no lo ven como un todo, donde la función de cada área o departamento repercute en el desempeño global de la empresa, es por ello que en el caso del sector construcción cuando se ejecuta un proyecto se trata de identificar la restricción que genera un retraso, esta restricción es llamado también "Cuello de botella". Cuando se genera este problema de productividad como consecuencia se presentan atrasos en el proceso constructivo y, por ende, muchos de estos proyectos no llegan a cumplir con la programación establecida. La construcción se divide en varios procesos que generalmente son sucesivos relacionándolo como una línea de producción en una fábrica, con la diferencia que el producto (obra) pasa por las estaciones de trabajo y en la construcción las estaciones de trabajo son las que recorren el producto (obra), es por ello que la aplicación de estas herramientas es factible para la optimización de procesos bajo la filosofía de Lean Construction. En estos últimos años se ha visto la estrecha relación que existe entre el crecimiento del sector construcción y la innovación aplicada en los procesos de ejecución, es por ello que actualmente nuestro país es catalogado como país subdesarrollado. Esto parte también de la introspección por parte del Gobierno del estado mediante el Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – CTI, DECRETO SUPREMO N° 015-2016-PCM (Consejo de Ministros, 2016), en el que se argumenta que se debe tener presente la

racionalidad e importancia de la política de CTI (Ciencia, tecnología e innovación tecnológica) para el desarrollo de un país, con respecto a este auto análisis llegamos a la conclusión que nuestro gobierno reconoce el hecho de la existencia de un problema para todos los sectores que participan en la economía, uno de los cuales es el sector de la construcción. La actividad innovadora se está desarrollando a un ritmo lento, no acorde con lo proyectado y que es a causa de muchos factores por lo que es necesario un autoanálisis (Bermúdez Garcia, 2013).

1.4. REFERENTE A LA EXPERIENCIA LABORAL

En enero del año 2017 ingresé al equipo de trabajo con el cargo de asistente de residente de obra, se realizó un proceso de convocatoria para la formación del equipo laboral que llevaría a cabo la ejecución del proyecto multifamiliar “Gonzales I”. Para la ejecución de este proyecto, se contrató a la empresa **IRRAZABAL CONTRATISTAS – SERVICIOS GENERALES**, el cual se manejó con 02 contratos según el presupuesto aprobado, 01 contrato correspondiente a todas las partidas de Estructuras y el otro contrato correspondiente a las partidas de Acabados, pero solo considerándolo hasta revestimiento en tarrajeo. A continuación, se detallan los trabajos realizados por contratistas:

Tabla 1 - Empresas y servicios en el proyecto “Gonzales I”.

DESCRIPCION DE CONTRATOS	EMPRESA CONTRATISTA
CONTRATO DE ESTRUCTURAS-ALBAÑILERIA	IRRAZABAL CONTRATISTAS & SERVICIOS GENERALES S.A.C
CONTRATO DE ACABADOS EN ARQUITECTURA	IRRAZABAL CONTRATISTAS & SERVICIOS GENERALES S.A.C
CONTRATO DE ESTRUCTURAS METALICAS	IRRAZABAL CONTRATISTAS & SERVICIOS GENERALES S.A.C
CONTRATO DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS	IRRAZABAL CONTRATISTAS & SERVICIOS GENERALES S.A.C
CONTRATO DE INSTALACION DE GAS NATURAL	BELTRAN'S GAS S.A.C
CONTRATO DE ELEVADORES	EMBARBA ELEVADORES S.A
CONTRATO DE PLATAFORMA PARA DISCAPACITADOS	GATWICK ELEVADORES S.A.C
CONTRATO DE EQUIPO DE BOMBEO - SISTEMA HIDRONEUMATICO	OCH INGENIERIA S.A.C
CONTRATO DE MUEBLES EN GRANITO Y MELAMINE	G Y S HOME DECOR E.I.R.L
CONTRATO DE VENTANAS Y MAMPARAS	VIDRERIA Y ALUMINIO MICHEL S.A.C
CONTRATO DE ACABADOS EN PINTURA	MIMEMAR E.I.R.L

Fuente: Edición propia, 2017.

- PROYECTO MULTIFAMILIAR “GONZALES I”

Este proyecto está ubicado en la Calle Carlos Gonzales con esquina del pasaje Daniel Alcides Carrión Manzana C-5, Lote 15 Urbanización Maranga, VII Etapa distrito de San Miguel – Lima – Lima. Está conformado por 1 semisótano, 5 pisos y azotea, la edificación está compuesta por 10 departamentos, 6 estacionamientos y depósitos. En el último nivel del edificio se ubicarán las azoteas de los 02 departamentos dúplex, con áreas de servicios y recreación. Asimismo, el edificio cuenta con escalera común y ascensor para acceso de todos los pisos. Con respecto al abastecimiento de agua potable se contó con sistema hidroneumático de presión constante y velocidad variable. En el tema de suministro de energía eléctrica se ha proyectado mediante acometida subterránea de la Red Pública de energía eléctrica, con una tensión trifásica a 220 V (voltios), 60 Htz y cuenta con 02 sistemas de puesta a tierra (uno para protección de las instalaciones eléctricas en general y el otro para

proteger las instalaciones eléctricas del ascensor). A continuación, se mencionarán las funciones por niveles del proyecto:

- FUNCIONES

SEMISOTANO:

En el semisótano se ubican 4 estacionamientos con un ingreso en rampa y acceso directo al ascensor para todos los niveles, además se encuentran ubicados 01 cisterna con área de mantenimiento, 01 pozo séptico, 01 baño de guardián, 01 cuarto de basura y 02 depósitos.

PRIMER PISO:

Dpto. 101

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños y 1 terraza.

Área techada = 77.15 m²

Área ocupada = 91.00 m²

Dpto. 102

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 2 dormitorios, 1 baño y 1 terraza.

Área techada = 50.00 m²

Área ocupada = 70.00 m²

SEGUNDO PISO:

Dpto. 201

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños.

Área techada = 83.00m²

Área ocupada = 83.00 m²

Dpto. 202

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños.

Área techada = 85.00m²

Área ocupada = 85.00 m²

TERCER PISO:

Dpto. 301

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala -comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños.

Área techada = 83.00m²

Área ocupada = 83.00 m²

Dpto. 302

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños.

Área techada = 85.00m²

Área ocupada = 85.00 m²

CUARTO PISO:

Dpto. 401

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños.

Área techada = 83.00m²

Área ocupada = 83.00 m²

Dpto. 402

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños.

Área techada = 85.00m²

Área ocupada = 85.00 m²

QUINTO PISO:

Dúplex 501

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños.

Área techada = 153.00m²

Área ocupada = 153.00 m²

Dúplex 502

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños.

Área techada = 155.00m²

Área ocupada = 155.00 m²

Este proyecto se realizó con el sistema constructivo de pórticos y placas de concreto armado. para los muros perimetrales y divisorias se realizó con placas sílico calcáreo, el cual este tipo de material en mampostería tiene la propiedad de un alto coeficiente termo acústico y resistencia al fuego, debido a los alveolos que presentan estos bloques el cual son rellenos de concreto grout o concreto líquido, ya que no necesita de columnetas de confinamiento, gracias al reforzamiento interior de varillas verticales y horizontales, que le proporciona al

muro la capacidad de deformarse y disipar la energía durante un evento sísmico, para la aplicación de este sistema se contó con la capacitación y orientación por parte de la empresa proveedora “COMPAÑÍA MINERA LUREN LA CASA”. Este proyecto se realizó entre el mes de agosto del 2017 hasta diciembre del 2018.

- **PROYECTO MULTIFAMILIAR “GONZALES II”**

En este proyecto me desempeñe con el cargo de asistente de residente de obra, cumpliendo con las funciones encomendadas y siguiendo los procesos bajo los protocolos y lineamientos establecidos por la empresa y el residente de obra. Este proyecto está ubicado en la Calle Carlos Gonzales N° 454, sub lote 19 Urbanización Maranga, VII Etapa distrito de San Miguel – Lima – Lima. Está conformado por 4 pisos y azotea, la edificación está compuesta por 05 departamentos y 03 estacionamientos, en lo que respecta a áreas comunes cuenta con una escalera de emergencia, ascensor privado para acceso de todos los pisos directamente a la sala comedor de cada departamento. Con respecto a los sistemas de instalación sanitaria, eléctrica y gas natural, el abastecimiento de agua potable se realizó con sistema hidroneumático de cisterna y tanque elevado. Para la protección de las instalaciones eléctricas se realizaron 02 pozos a tierra, de las cuales una es para el ascensor y la otra para las instalaciones en departamentos y áreas comunes. Por otro lado, con respecto a la instalación de gas natural, se contrató a la empresa “Coletti Ingenieros S.A.C”, quienes realizaron las instalaciones según los planos aprobados y realizaron toda la gestión de requerimiento para el abastecimiento del servicio de gas en cada departamento. Este proyecto fue realizado con personal obrero contratado por convocatoria y se realizaron pruebas de rendimientos en la primera semana de trabajo. Solo se realizaron contratos con empresa para la instalación del ascensor el cual fue la empresa “EMBARBA

ELEVADORES S.A" y para la instalación de gas natural por parte de la empresa "COLETTI INGENIEROS S.A.C".

A continuación, se mencionarán las funciones por niveles del proyecto:

- FUNCIONES

PRIMER PISO:

Dpto. 101

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños y 1 terraza.

Área techada = 83.30 m²

Área ocupada = 106.70 m²

SEGUNDO PISO:

Dpto. 201

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 ½ baños y 1 balcón.

Área techada = 103.50m²

Área ocupada = 103.50 m²

TERCER PISO:

Dpto. 301

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 ½ baños y 1 balcón.

Área techada = 103.50m²

Área ocupada = 103.50 m²

CUARTO PISO:

Dúplex. 401

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, sala de estar, cocina, lavandería, zona de bar, 03 dormitorios, 03 ½ baños y 02 terrazas.

Área techada = 138.80m²

Área ocupada = 202.80 m²

Este proyecto se realizó con el sistema constructivo de albañilería confinada y placas de concreto armado, con una cimentación corrida conectando todas las zapatas, según el plano de estructuras y para la mampostería se utilizó ladrillo King Kong de 18 huecos. A continuación, se mostrará en imagen el proyecto en mención:

Figura 5. Vista en 3D del proyecto "Gonzales II".



Fuente: Edición propia, 2019.

- **PROYECTO MULTIFAMILIAR “VILLEGAS” – 2019.**

Este proyecto está ubicado en el jirón los rosales 295 Urb. Villa jardín distrito de San Luis – Lima. Este proyecto cuenta con 5 pisos conformados por 02 dúplex, 06 flats y 06 estacionamientos, en este proyecto realizamos el servicio de supervisión de procesos constructivos, ya que, los primeros 3 pisos se había construido con personal no especializado en hacer cumplir los planos aprobados, se realizaban las visitas técnicas los días lunes, miércoles y viernes de cada semana. En la primera semana de inspección se coordinó con el maestro de obra para cumplir con el protocolo de seguridad y calidad impuesto por parte de nuestro servicio como empresa supervisora, en cada inicio de jornada diaria se realizaba las charlas de seguridad con duración máxima de 05 minutos y luego se hacía llenar al personal los formatos de seguridad tales como se mostrarán en las figuras 24, 25 y 26, luego de ello realizaba las observaciones de las cuales generalmente era por la diferencia de dimensionamiento de algunas columnas y vigas con respecto al plano de estructuras E-02 del proyecto. En cada visita realizaba un informe técnico donde detallo las observaciones encontradas y planteo soluciones para corregirlas (ver anexo 3). En coordinación con el residente de obra se definía las soluciones más factibles para seguir con la ejecución del proyecto y luego el residente de obra coordinaba con el cliente para que apruebe las soluciones en campo. Una vez aprobadas las propuestas de solución coordinaba con el maestro de obra para el requerimiento de materiales y explicarle el detalle de los procesos constructivos para dichas soluciones de reforzamiento estructural. A continuación, se mencionarán las funciones por niveles del proyecto:

- FUNCIONES

PRIMER PISO:

Dpto. 101

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños y 1 terraza.

Área techada = 89.00 m²

Área ocupada = 109.00 m²

Dpto. 102

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 baños y 1 terraza.

Área techada = 90.00 m²

Área ocupada = 112.00 m²

SEGUNDO PISO:

Dpto. 201

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 ½ baños y 1 balcón.

Área techada = 90.50m²

Área ocupada = 90.50 m²

Dpto. 202

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 ½ baños y 1 balcón.

Área techada = 92.50m²

Área ocupada = 92.50 m²

TERCER PISO:

Dpto. 301

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 ½ baños y 1 balcón.

Área techada = 90.50m²

Área ocupada = 90.50 m²

Dpto. 302

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, cocina, lavandería, 3 dormitorios, 2 ½ baños y 1 balcón.

Área techada = 92.50m²

Área ocupada = 92.50 m²

CUARTO PISO Y QUINTO PISO:

Dúplex. 401

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, sala de estar, cocina, lavandería, zona de bar, 03 dormitorios, 03 ½ baños y 01 terraza.

Área techada = 145.00m²

Área ocupada = 175.00 m²

Dúplex. 401

El departamento cuenta con los siguientes ambientes:

Sala-comedor, sala de estar, cocina, lavandería, zona de bar, 03 dormitorios, 03 baños y 01 terraza.

Área techada = 147.00m²

Área ocupada = 177.00 m²

Este proyecto se realizó con el sistema constructivo de albañilería confinada y placas de concreto armado, con una cimentación corrida conectando todas las zapatas, según el plano de estructuras y para la mampostería se utilizó ladrillo King Kong de 18 huecos. Con respecto al abastecimiento de agua potable se realizó el sistema directo de cisterna y tanque elevado, con 01 cisterna de capacidad para 13 metros cúbicos y 02 tanques prefabricados con capacidad de 1200 litros cada uno. A continuación, se mostrará en imagen el proyecto en mención:

Figura 6. Vista en 3D del proyecto residencial "Villegas".



Fuente: Edición propia, 2019.

1.5. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.5.1. Problema general

¿Aplicar la metodología Lean Construction, mejorará la productividad en las partidas de estructuras del proyecto multifamiliar “Gonzales I” - 2017?

1.5.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será la variación de los gastos en mano de obra, en las partidas de estructura del proyecto multifamiliar “Gonzales I” - 2017?
- ¿Permitirá identificar y eliminar las restricciones de ejecución, la aplicación de las herramientas de la filosofía Lean Construction, en las partidas de estructuras del proyecto multifamiliar “Gonzales I” - 2017?
- ¿Se cumplirán con los periodos de ejecución, en las partidas de estructuras del proyecto multifamiliar “Gonzales I” – 2017, si aplicamos la filosofía Lean Construction?

1.6. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

En estos últimos años, según capeco (2018) “En el Perú el 80% de viviendas a nivel nacional, son producto de construcciones informales” y menciona que existen cuatro pasos básicos para realizar una construcción formal en nuestro país:

1. Licencias y permisos respectivos.

2. Diseño de viviendas elaborado por los profesionales competentes
3. En la construcción mano de obra calificada y materiales idóneos
4. Supervisión por parte de autoridades municipales

Es por ello que se considera que el sector construcción sigue desarrollándose de forma informal en un gran porcentaje, el cual hasta en las construcciones formales no le aplican algún sistema de mejora, para que los proyectos se realicen dentro del plazo programado y que no genere sobrecostos durante y después de la etapa de ejecución. En los proyectos que siguen realizándose bajo un concepto tradicional poco sofisticada se presentan atrasos y pérdidas. Por ende, la finalidad de este trabajo, es demostrar la aplicación de la filosofía Lean Construction en un proyecto convencional, con la finalidad de mejorar la productividad de algunos procesos considerados. (www.acarquitectos.com.pe, s.f.).

El presente trabajo aplicará la filosofía Lean Construction como un sistema de mejora en la productividad de un proyecto, mostrándose de manera práctica para su entendimiento y correcta aplicación. Para que el sistema aplicado tenga resultados óptimos, este deberá contar con la participación de todos los involucrados del proyecto, ya que, si el equipo de trabajo realiza las coordinaciones de manera ordenada, el aporte será significativo en los plazos, costos y estándares de calidad. La implementación de herramientas sofisticadas y mejor elaboradas genera una serie de beneficios sociales, es decir, reduce el tiempo improductivo del personal y por lo tanto incrementa el rendimiento y la productividad de la empresa sin tener que hacer tiempo extra. Es así, que el desarrollo del proyecto, se lleva de una manera ordenada, organizada y planificada. La implementación de esta gestión mostrará resultados beneficiosos para una empresa, ya que proporciona ventajas en costos considerados para la

ejecución del proyecto y generando un enfoque de mejora en la productividad del personal.

Por lo que en la ejecución del proyecto se verán los trabajos organizados de una forma ordenada.

1.7. OBJETIVO GENERAL

1.7.1. Objetivo general

Comparar los resultados en las partidas de estructuras del proyecto multifamiliar “Gonzales I” – 2017, bajo la aplicación de la metodología Lean Construction y la metodología tradicional.

1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar la variación de productividad de mano de obra, en las partidas de estructuras del proyecto multifamiliar “Gonzales I” - 2017.
- Determinar la efectividad en los procesos de ejecución de las partidas de estructuras del proyecto multifamiliar “Gonzales I” - 2017.
- Identificar las restricciones generadas en la ejecución de las partidas de estructuras del proyecto multifamiliar “Gonzales I” - 2017.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. BASES-TEÓRICAS

El término “Lean” se originó en Japón a fines de la década de los 50 e inicios de los 60, como producto de las investigaciones realizadas por ingenieros de la empresa ensambladora de automóviles Toyota Motor, con la finalidad de mejorar su línea de producción. Uno de los más reconocidos en el tema fue el ingeniero Taiichi Ohno, encargado de la producción, quien buscaba eliminar los residuos y mejorar los tiempos de entrega de los automóviles a los clientes sustituyendo la tradicional producción en masa por la producción a pedido del cliente y evitar, además la acumulación de mercancía. Con las investigaciones se desarrolló lo que se conoce como “producción Lean” o “producción sin pérdidas”, que comprende una gran variedad de sistemas de producción que comparten el principio de minimización de pérdidas (Ballard, 1999). Con el desarrollo de la idea de la producción sin pérdidas se creó el proceso de manufactura TPS – Toyota Production System, que consiste en minimizar las deficiencias en todas las operaciones, con el fin de mejorar significativamente la producción de la fábrica y abarcar, finalmente, el 40% del mercado automotor japonés. Las ideas que conforman el TPS fueron desarrolladas y refinadas por ingenieros industriales, quienes establecieron su marco teórico y ampliaron el nuevo enfoque de la producción sin pérdidas. (Koskela, 1999).

Hacia la década de los 80, la información que había sobre este enfoque en Occidente era limitada, sin embargo, la difusión de las ideas del TPS hacia América y Europa iniciaron hacia 1975 en la industria automotriz. Así, al comenzar la década de los 90, la nueva filosofía de producción ya era conocida en otras latitudes, de diferentes

maneras, entre ellas “producción sin pérdidas”, “nuevo sistema de producción” o “manufactura de clase mundial”, y fue implementada en otros campos como la administración y el desarrollo de productos (Koskela, 1999). En 1992 Lauri Koskela empezó a implementar esta filosofía en el sector construcción; resultado de ello es su trabajo “Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción”, producido en el grupo de investigación CIFE de la Universidad de Standfor, en el cual sostuvo que la producción debía ser mejorada mediante la eliminación de los flujos de materiales y que las actividades de conversión mejorarían la eficiencia. Otros investigadores, como Glenn Ballard, aportaron herramientas para la adaptación de la producción “Lean” al sector constructivo. Ballard empezó a trabajar con Koskela luego de oírlo hablar den una conferencia en la Universidad de Berkeley, y juntos conformaron el Grupo Internacional de Lean Construction, surgido durante la primera conferencia sobre sistemas de gestión de proyectos de construcción en 1993 en Helsinki – Finlandia, donde se decide usar, por primera vez, la expresión “Lean Construction” para referirse a la implementación de la nueva filosofía de producción en el sector constructivo. Ballard fue pionero en el desarrollo del Sistema Último Planificador (SUP) en 1992, basado en el concepto de reducción de los niveles jerárquicos de la gestión en la construcción para optimizar el proceso de asignación de recursos disponibles en la planeación semanal, y programación y ejecución de los trabajos. Luego, en 1998, refino más el SUP, centrándose en la gestión de los flujos en el proceso de construcción. Después vino lo que Ballard denominó Sistema de Entrega de Proyectos Lean, cuyo propósito es el planeamiento teórico de la metodología para gestionar los proyectos “Lean”. Aunque los principios en que se sustenta la filosofía “Lean”, como la mejora de los modelos de ejecución de

proyectos constructivos, la maximización del valor para el cliente y reducción al mínimo las pérdidas (Bertelsen, 2004).

2.2. TERMINOS RELACIONADOS AL TEMA DE TRABAJO

2.2.1. Lean Construction

Es una filosofía de trabajo con innumerables ventajas competitivas, pero, ¿Cómo surge esta tendencia? A finales del siglo XX Toyota abarcó el 40% del mercado japonés aplicando una nueva filosofía en la producción de la industria automovilística. Dicha filosofía proporcionaba mejor calidad a menor coste, con plazos de entrega más cortos y eliminando las pérdidas. Como resultado, 30 años después esta filosofía se aplica globalmente en todas las industrias bajo el término "Lean". Por otro lado, lean Construction se define como la optimización de las actividades que agregan valor a un proyecto constructivo mientras se reducen o eliminan las que no lo hacen. Para ello, desarrolla herramientas específicas aplicadas a la ejecución de obra y a instaurar un sistema productivo que elimine o minimice los residuos. (<https://evalore.es/que-es-lean-construction>, s.f.).

2.2.2. Desperdicios

Son todos aquellos recursos o actividades que no generan valor alguno a la ejecución del proyecto. El mundo acelerado en el que vivimos nos exige que cada vez seamos más efectivos y eficientes con el uso del esfuerzo para la entrega de valor por parte de las personas, identificar aquellas actividades que no aportan es una de las tareas

difíciles cuando deseamos mejorar un sistema para que tenga un mejor desempeño y se adapte a los nuevos desafíos del mercado.

Si queremos mejores resultados es importante indagar en los desperdicios (actividades que no generan valor), para ello “Lean” nos presenta el concepto de las 3 Ms y los 8 tipo de desperdicio.

Figura 7. Los 8 tipos de desperdicios.



Fuente: (www.practicorte.com, s.f.).

2.2.2.1 Las tres Ms

- **Muda:** Actividad sin valor añadido, incluye los 8 tipos de desperdicio, que son actividades que alargan los tiempos de entrega. (<http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>), s.f.). A continuación, se mostrará una imagen sobre el círculo de improductividad en una empresa.

Figura 8. Círculo de improductividad de una empresa.



Fuente: (Pons Achell, 2014).

- **Muri:** Sobrecarga de trabajo más allá de sus límites naturales, en algunos aspectos está en el polo opuesto del Muda. La sobrecarga de personas resulta en problemas de seguridad y de calidad. (<http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>), s.f.).

- **Mura:** Desnivelado, a veces hay más trabajo del que las personas pueden manejar y otras veces hay falta de trabajo. El desnivelado resulta como resultado de un enfoque de producción irregular o de volúmenes de producción fluctuantes debido a problemas internos. (<http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>), s.f.).

2.2.2.2 Tipos de desperdicio de Lean

- **Talento no utilizado:** Es cuando la gestión de las personas no garantiza que se esté utilizando todo el talento potencial de sus empleados. Se pierde tiempo, ideas, aptitudes, mejoras y se desperdician oportunidades de aprendizaje por no motivar o escuchar a los empleados. (<http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>, s.f.)

Las causas comunes incluyen:

- Asignar a los empleados las tareas en las que no fueron capacitados.
- Administración deficiente.

- **Inventario:** Es cuando existe exceso de pedidos en proceso o de ítems terminados que no se están consumiendo, lo que causan tiempos de proceso más largos y obsolescencias. Además, el exceso de inventario esconde otros problemas como producciones no equilibradas, retrasos en las entregas de los proveedores, defectos, esperas en los equipos.

Las causas comunes de desperdicio de inventario incluyen:

- Sobreproducción de actividades en progreso.
- Defectos de inventario.
- Falta de trabajar pieza a pieza (End to End).
- Transporte excesivo.
- Retrasos en la producción o pérdida de espera.

- **Movimiento:** Es cuando existen movimientos inútiles de las personas mientras realizan actividades de valor, como mirar, alcanzar, apilar piezas y moverse entre departamentos. (<http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>, s.f.)

Los ejemplos comunes de residuos de movimiento incluyen:

- Diseño deficiente del proceso.
- Operaciones en silos.
- Mala planificación de la producción.
- Equipos y recursos compartidas.
- Falta de normas de producción.

- **Espera:** Es cuando se tienen tiempos de inactividad no planificado, equipo inactivos y pausa de actividades. (<http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>, s.f.).

Las causas comunes de espera incluyen:

- Mala comunicación del proceso.
- Falta de control de proceso.
- Equipo inactivo.
- Desnivel de flujo de trabajo.
- Produciendo a un pronóstico.

- **Transporte:** Es cuando se tiene un desplazamiento del pedido en proceso (WIP) en largos recorridos, lo que crea ineficiencias del transporte, movimientos de materiales y personas. Puede desencadenar otros desperdicios, como esperar o moverse, e impactar los costos generales, como agregar desgaste al equipo. (<http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>, s.f.)

Las causas comunes incluyen:

- Múltiples instalaciones.

- Sistemas largos de manejo de materiales.
- Tamaños de áreas grandes.
- Sistemas amplios de manejo de materiales.
- Diseño deficiente de los sistemas de producción.

- **Defectos:** Es la entrega de pedidos con defectos o por terminar, como pueden ser la falta de documentación o estándares adecuados, grandes variaciones en el inventario, diseño deficiente y cambios relacionados con la documentación de diseño y una falta general de control de calidad adecuado en todo el flujo de trabajo del proceso.

Las causas de defectos específicos incluyen:

- Falta de documentación adecuada.
- Mal control de calidad.
- Falta de comunicación.
- Falta de estándares de procesos.
- No interpreta bien la necesidad el cliente.

- **Sobreproducción:** Es cuando se producen entregas antes de que sean necesarios para el siguiente proceso. Esto tiene varios efectos negativos, crea un efecto de creación de un exceso de WIP (Trabajo en progreso). (<http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>, s.f.)

Las causas comunes de sobreproducción incluyen:

- Tiempos largos o retrasados.
- Horario de producción variables.
- Pronóstico impreciso.

- Proceso no confiable.
- No son claras las necesidades del cliente.

- **Sobre procesamiento:** Es cuando hay exceso de actividades adicionales debido a un mal diseño. Esto podría estar relacionado con problemas de gestión, como la falta de comunicación, la duplicación de datos, la superposición de áreas de autoridad y el error humano. El mapeo de procesos es una herramienta de eliminación de desperdicios que ayuda a definir un flujo de trabajo optimizado que puede eliminar el procesamiento excesivo.

Los ejemplos de exceso de procesamiento incluyen:

- Proceso de aprobación lenta.
- Mala comunicación.
- No son claras las necesidades del cliente.
- Errores humanos.

Para identificar y mitigar los desperdicios es importante aplicar el concepto de Heijunka, que consiste en nivelar el programa de trabajo para eliminar el mura, que a su vez es fundamental para eliminar el muri y la muda con el fin de nivelar la carga de trabajo.

Algunas actividades que se pueden realizar son:

1.- Encaje la demanda del cliente en una programación nivelada a la carga de trabajo disponible para tener un flujo de valor constante, es importante conocer las restricciones del sistema para no sobrecargarlo.

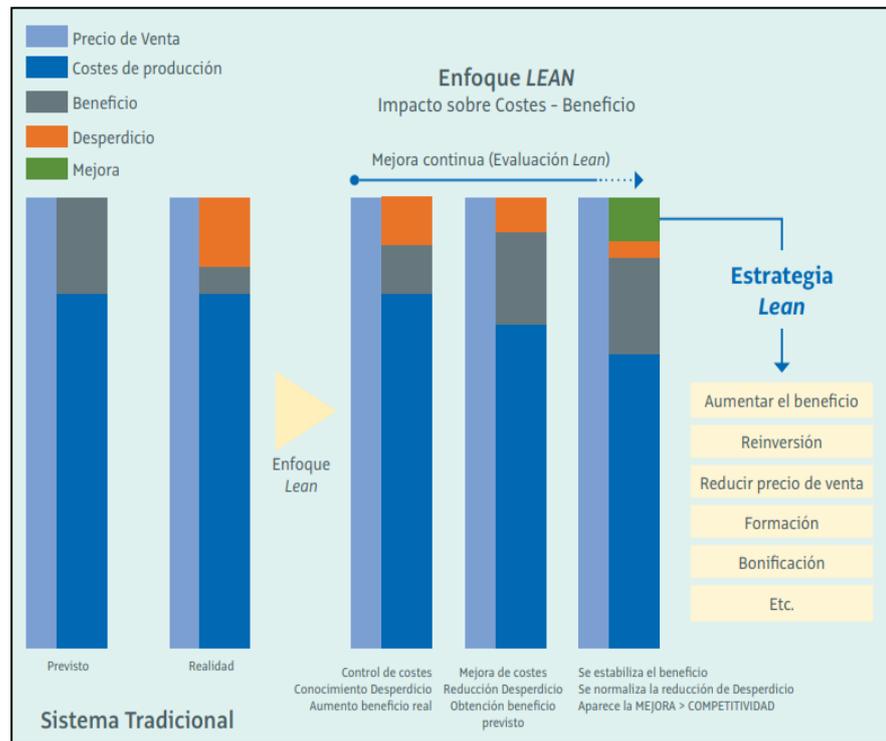
- 2.- Establezca tiempos para la entrega de los diferentes tipos de servicios, identificando cuales tienen mayor prioridad, cuales tienen un tiempo fijo y cuales pueden esperar para su entrega.
- 3.- Visualice su flujo de valor mostrando los pedidos más importantes para la unidad de valor, defina el flujo con los diferentes estados en los que pasa cada pedido. Con esto garantizamos que los problemas que presenta el flujo de trabajo sean transparentes para todas las personas.
- 4.- Implemente unas métricas del flujo que le ayude a identificar cual es el tiempo promedio de entrega en un determinado tiempo (Lead Time), cual es la cantidad de pedidos que se entregan (Throughput), la cantidad de devoluciones o errores en las entregas (Defectos) y la satisfacción del cliente en las entregas (NPS).
- 5.- Identificar los desperdicios y aplicar acciones de mejora que ayuden a eliminar los desperdicios. (<http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>, s.f.).

2.2.3. La construcción según el enfoque Lean

En la siguiente figura se explican las principales diferencias de enfoque y planteamiento entre un sistema tradicional de gestión de proyectos (izquierda del gráfico), donde el desperdicio o improductividad no ha sido considerado desde un punto de vista económico, y el sistema según un enfoque Lean (derecha de gráfico) en el que, desde el inicio del proyecto, todos los agentes y actores involucrados en el mismo trabajan para maximizar el valor del cliente y minimizar todas aquellas actividades, gestiones y transacciones inútiles que

no añaden valor, teniendo en cuenta los intereses generales de todos y no los particulares de cada parte. (Pons Achell, 2014, pág. 23).

Figura 9. Enfoque Tradicional vs Enfoque Lean.



Fuente: (Pons Achell, 2014).

2.2.4. Modelo tradicional

Los problemas típicos del modelo tradicional de la gestión integral de proyectos, desde su fase inicial de diseño hasta su ejecución, uso y mantenimiento, incluyen:

- Escasa formación y experiencia en los nuevos sistemas de gestión y planificación de obras.
- Control de calidad ineficaz basado en métodos estadísticos que están lejos de garantizar el cien por cien de la calidad.
- Escaso rigor en el incumplimiento de las medidas de seguridad.

- Errores y omisiones en proyectos.
- Falta de interés en la formación y capacitación de los trabajadores.
- Falta de coordinación entre los actores intervinientes en las diferentes etapas del proyecto.
- Falta de transparencia y comunicación entre las partes interesadas y
- Baja productividad comparada con otras industrias.

Las principales consecuencias de todo ello son bien conocidas: ejecución de obras fuera de plazo, sobrecostes, reclamaciones derivadas de la escala calidad, excesivo número de accidentes laborales y, en general, incertidumbre y variabilidad con respecto a las condiciones iniciales del contrato. (Pons Achell, 2014, pág. 11).

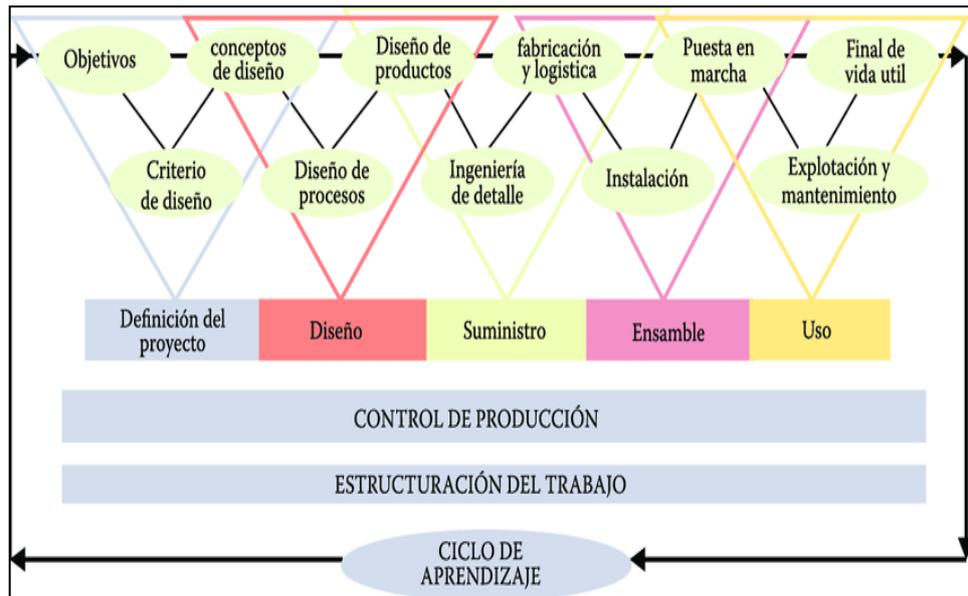
2.2.5. Lean Project Delivery System (LPDS)

Hoy podemos entender mejor la implementación de Lean Construction gracias al Lean Project Delivery System (LPDS) o integrated Project Delivery (IPD) ya que son herramientas integradoras que nos ofrecen una visión de conjunto de todas las fases del proyecto, desde un punto de vista Lean. La primera versión a nivel teórico del LPDS fue desarrollada por Glenn Ballard y publicada por el LCI en el año 2000, aunque una versión más completa y actualizada a la que nos vamos a referir en esta guía fue publicada en 2008. LPDS e IPD son dos términos diferentes que dentro del marco de Lean Construction se han utilizado indistintamente para definir el mismo sistema.

LPDS se define como un proceso colaborativo para la gestión integral del proyecto, a lo largo de todo el ciclo de vida de este. Se emplea un equipo en todo el proceso para alinear fines, recursos y restricciones. Se trata de un enfoque por etapas que comprende la definición del proyecto, el diseño, el suministro, el montaje o ejecución y el uso y mantenimiento posterior del edificio, instalaciones o infraestructura. El control de la producción, la estructuración del trabajo y el aprendizaje es algo que ocurre continuamente a lo largo de todo proyecto y cada fase contiene actividades e hitos que deben cumplirse a medida que este avanza. El propietario o cliente determina el coste permitido del proyecto, que es la cantidad máxima que el modelo de negocio puede soportar. La misión del equipo es entender y ofrecer el mejor valor para el cliente y eliminar todas las actividades que no añaden valor. (Pons Achell, 2014).

Según podemos ver en la figura siguiente, la gestión de la producción a través del ciclo de vida del proyecto se indica mediante las barras horizontales etiquetadas como Control de la producción y estructuración del trabajo. El uso sistemático de los bucles de retroalimentación entre los procesos del proveedor y el cliente se simboliza mediante las evaluaciones de post-ocupación, entre proyectos. (Pons Achell, 2014, pág. 38).

Figura 10. Lean Project Delivery System.



Fuente: (Ballard, 2008, pág. 5).

2.2.6. Fase de montaje o ejecución Lean

El ensamblaje o ejecución de obra Lean se inicia con la entrega de información, materiales, mano de obra, herramientas, o componentes necesarios para la ejecución en la obra o instalación y termina con finalización de las instalaciones y puesta en marcha del edificio o infraestructura. (Pons Achell, 2014).

Durante la fase de montaje o ejecución, el sistema del último planificador se utiliza para controlar la producción y mantener el flujo continuo de materiales e información a lo largo de toda la obra a medida que esta avanza según un sistema Pull que tira a través de la planificación o programación. Hoy en día, diseñar y ejecutar un proyecto de edificación o infraestructura es algo mucho más complejo que hace 25 años, la cantidad de normativas, instalaciones, materiales, tecnología o software, por citar algunos ejemplos, es mucho más

variada y compleja; sin embargo, las prácticas de gestión y dirección de proyectos no han cambiado mucho. En la fase de ejecución Lean los supervisores de primera línea (jefes de obra, encargados, capataces, etc.), deben tener una capacitación de acuerdo con la nueva filosofía de producción, esto es, ejercer un papel de líderes más que de jefes (en Lean Manufacturing, algunos de estos nombres, más propios de otra época, s están cambiando por otros términos como líderes de equipo). Además de conocer y saber usar las técnicas y herramientas del nuevo modelo productivo, los nuevos líderes deben poseer las habilidades para enseñar a otros, fomentar el trabajo el equipo, participar de manera proactiva en la mejora continua mediante métodos como el PDCA o ciclo de Deming y la estandarización el Informe A3 de Toyota o similares. (Pons Achell, 2014, págs. 41-42).

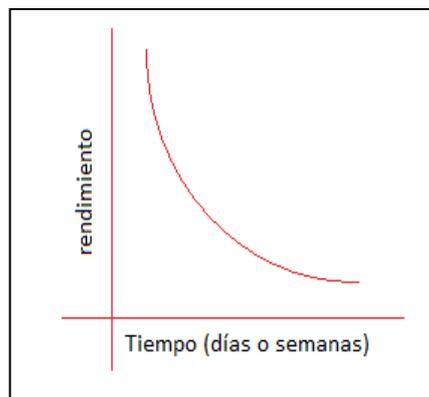
2.2.6.1. Curva de Productividad

La curva de productividad es una gráfica que permite observar de manera más clara los resultados que arroja el I.S.P. Se realiza una curva de productividad por partida. Por ejemplo, la curva de productividad de encofrado de losa, o curva de productividad de vaciado de muros. En el eje de las abcisas se coloca los días y en el eje de las ordenadas se coloca los rendimientos obtenidos en cada día. La fórmula del rendimiento es el siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Horas Hombre Usadas}}{\text{Avance de la Partida}}$$

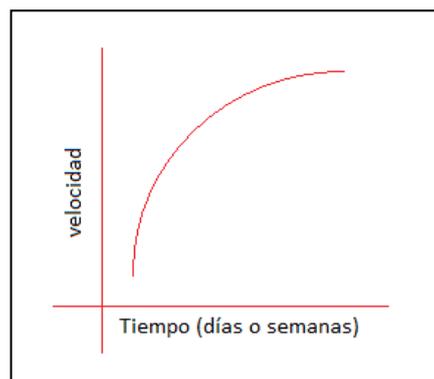
Por el contrario, si se presenta el siguiente gráfico en una actividad quiere decir que la producción está empeorando y hay que empezar a realizar un seguimiento riguroso de dicha actividad. (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

Figura 11. Curvas de productividad en disminución (rendimiento vs tiempo).



Fuente: (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

Figura 12. Curvas de productividad de disminución (velocidad vs tiempo).

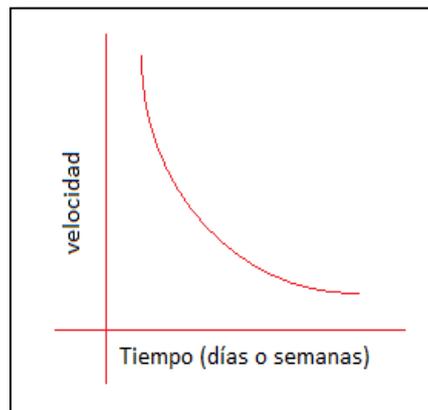


Fuente: (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

Tener en consideración:

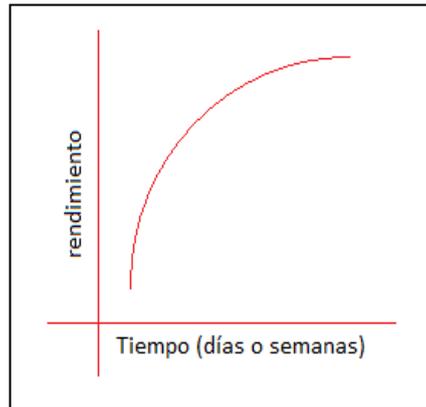
- Para un mejor análisis se recomienda usar 3 curvas: curva de rendimiento diario, curva de rendimiento del presupuesto y curva de rendimiento acumulado. Nos debe importar que la curva del rendimiento acumulado este por debajo del rendimiento del presupuesto debido a que esto significara que no nos estamos excediendo de los recursos que teníamos destinados inicialmente.
- La curva de productividad también puede usarse mostrando la velocidad (en vez del rendimiento) que van teniendo la cuadrilla día a día.
- Cuando la actividad en estudio tiene muchos días en la cual está siendo realizada, se recomienda pasar la unidad de tiempo en las abcisas de día a semanas, así el gráfico se hace más fácil de mostrar, leer e interpretar. A continuación, se presenta el gráfico que debería mostrarse en una obra si la actividad en estudio se encuentra en mejora:

Figura 13. Curvas de productividad en mejora (velocidad vs tiempo).



Fuente: (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

Figura 14. Curvas de productividad en mejora (rendimiento vs tiempo).



Fuente: (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

2.2.6.2. Presupuesto de Obra

Para poder completar el I.S.P. se debe usar algunos datos obtenidos del presupuesto de obra, haciendo de este una especie de herramienta indirecta. El presupuesto de obra se usa para completar en el I.S.P. las columnas que indican el metrado y las horas hombre requeridas para cada actividad. (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

2.2.6.3. Sectorización

Es una división de la zona de trabajo en partes iguales. Aplicando el concepto de “divide y vencerás”, se divide el plano en partes iguales donde cada una de las partes se le denomina sector o frente y será el avance diario para cada una de las actividades. (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

2.2.6.4. Nivel General de Actividad

El nivel general de actividad mide el porcentaje de los tres tipos de trabajo en el total de la obra. Para realizar un nivel general de actividad se debe recorrer el total de la obra en forma aleatoria; Cada vez que se observe a un obrero, se deberá apuntar si está realizando un TP, TC o

TNC y apuntar que actividad específica es la que se encuentra realizando.

La muestra se debe obtener de todas las actividades que se encuentran en marcha en la obra y de todos los obreros. Los resultados de las mediciones del nivel general de actividad muestran el nivel que se maneja en la obra y sirven para comparar con los estándares nacionales e internacionales. También sirve para detectar cuáles son las principales pérdidas, cuantificarlas y eliminarlas.

2.2.6.5. Carta Balance

La Carta Balance es una herramienta que, a partir de datos estadísticos, describe de forma detallada el proceso de una actividad para así buscar su optimización. En una Carta Balance se toma un intervalo de tiempo corto (cada uno o dos minutos) la actividad que está realizando cada obrero. (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

Estas actividades son divididas en los tres tipos de trabajo TP, TC y TNC.

A continuación, se mostrará un ejemplo de tipos de trabajo.

Tabla 2. Ejemplo de tipos de trabajo.

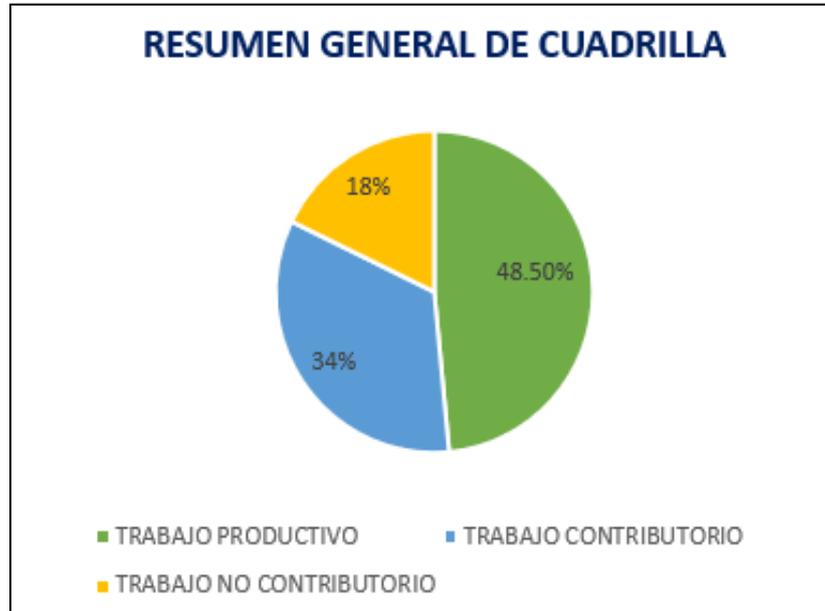
TP	TC	TNC
Vaciar concreto	Tomar medidas	Descanso
Colocar cerámico	Corte de cerámico	Viajes
Pintar fachada	Preparación de mezcla	Trabajo rehecho
Colocar cajas eléctricas	Transportar materiales	Tiempo ocioso

Fuente: (Burleje Revilla, 2012).

Después de realizar el análisis de la carta balance, se hace una representación gráfica de los resultados en porcentajes por los trabajos

realizados. A continuación, se mostrará un ejemplo del resumen general de una cuadrilla.

Figura 15. Ejemplo de resumen general de carta balance de una cuadrilla.



Fuente: Edición propia.

2.2.6.6. Informe Semanal de Producción (I.S.P)

Junto con las actividades diarias a realizar se entrega al capataz una relación con todos los integrantes de su cuadrilla, para cada trabajador deberá escribir la actividad que han estado realizando, y las horas que le ha tomado realizar dicha actividad. Cabe mencionar también, que para tener un mayor control de la cuadrilla se entrega el tareo llenado con valores teóricos de avance de actividad, vale decir metrado. El capataz colocara a un costado los valores reales en campo. Estos cambios son normalmente aceptados, debido a la gran variabilidad que siempre hay en actividades de construcción. (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

2.2.7. Last Planner System o el último planificador

La metodología que se usó para la implementación de Last Planner System en la obra en estudio, se basó en los paper presentados en los congresos anuales del IGLC (International Group Lean Construction) y estos son:

2.2.7.1. Programación maestra

Esta programación marca los hitos de la programación de la obra. Por lo cual no debe ser una programación muy detallada. En algunas empresas aún se usa el diagrama de Gantt que muestra un cronograma muy detallado de las actividades que se van a realizar día a día desde el día que se empieza las obras provisionales hasta la entrega final del último departamento del proyecto. Pero debido a la gran variabilidad que hay en obra, muchas veces este diagrama al final de la obra termina siendo un papel colgado en la oficina que nadie toma en cuenta para programar.

Es por eso que la programación maestra no debe ser muy detallada, sino más bien marcar fechas tentativas como comienzo de excavación, fin del casco, etc. El Dr. Glenn Ballard (co-fundador y director de la investigación del Lean Construction Institute) mencionó en la conferencia de IGLC número 19 llevada a cabo en lima, Perú lo siguiente: "Todos los planeamientos son pronósticos, y todos los pronósticos están errados. Mientras más larga la predicción, más errada estará. Mientras más detallada la predicción, más errada estará". (Ballard H. G., 2000).

Figura 16. Modelo general de planificación del proyecto usando LSP.



Fuente: (Pons Achell, 2014).

2.2.7.2. Look Ahead

Es un cronograma de ejecución a mediano plazo (suele estar entre 3 a 6 semanas). Se parte de la programación maestra, haciendo algunos cambios al cronograma debido a que el look ahead es mucho más detallado. (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

2.2.7.3. Programación Semanal

Es un cronograma tentativo donde se muestra las actividades que se van a realizar en la semana. Se supone que todas las actividades mostradas no deben de tener restricciones para su realización. Para realizar la programación semanal se debe tener en cuenta la programación de las siguientes cuatro semanas (look ahead). (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

2.2.7.4. Programación Diaria (Parte Diario)

Conocido como el tareo, es un documento que se entrega todos los días al responsable de cada cuadrilla. Dicho documento muestra en forma clara las actividades a realizar durante el día, la idea es formalizar el pedido del ingeniero de campo en cuanto a las actividades a realizar las labores diarias tiendan más a confundirlo, por lo tanto, se debería tratar de que el documento sea lo más claro posible (con gráficos y colores) para ayudar a reforzar lo dicho por el ingeniero de producción, más no contradecirlo o confundir más a la persona que recibe el tareo. (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

2.2.7.5. Análisis de Restricciones

Teniendo como base el Look Ahead, se hace un análisis de todas las partidas que se deberían realizar en las siguientes cuatro semanas según la programación. Hay que pensar en todo lo que se necesita para que la actividad se pueda realizar sin ninguna restricción. En el formato de análisis de restricciones se escribe también la fecha límite en la cual se tiene que levantar la restricción y el responsable o responsables de levantarla. El plazo no es necesariamente cuatro semanas, la idea es tener un tiempo de anticipación al cronograma para levantar las restricciones. El tiempo suele variar entre 3 y 6 semanas. (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

2.2.7.6. Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

Es el número total de tarea programadas completadas entre el número total de tareas programadas expresado en porcentaje. Las tareas programadas se toman de Look Ahead.

$$PPC = \frac{\text{Numero de tareas programadas completas}}{\text{Numero de tareas programadas}} \%$$

El PPC es un análisis de confiabilidad, no busca medir el avance sino la efectividad del sistema de programación. (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

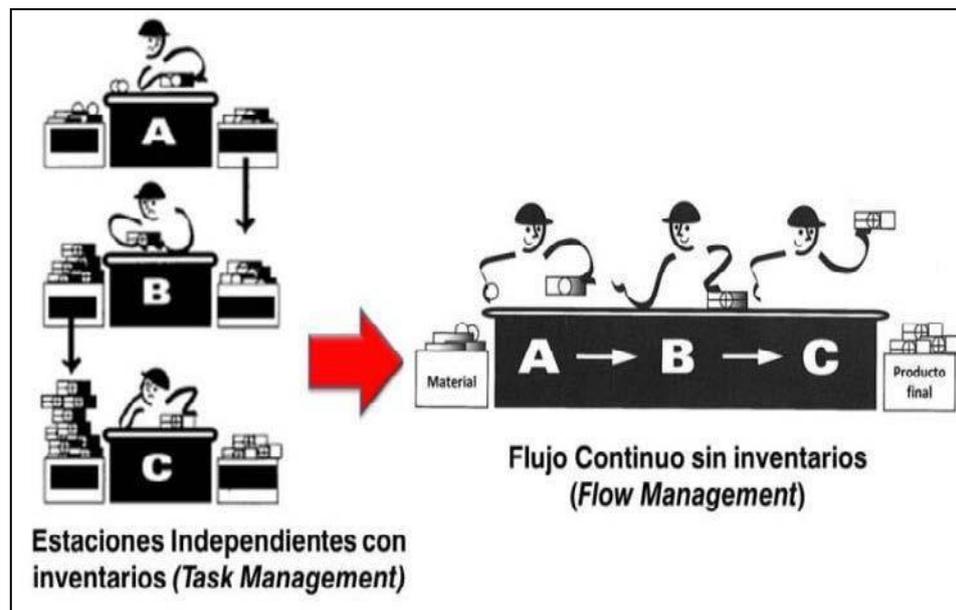
2.3. ANTECEDENTES DE LA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION

La filosofía y metodología Lean Construction es la seleccionada para realizar el proceso que identifica la medición del trabajo realizado con aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida. Para entender mejor el tema, es importante explicar que esta metodología deriva del Lean Production. Lean Production es una filosofía de la industria manufacturera que puede entenderse como una forma de diseñar las operaciones optimizando los sistemas de producción para alcanzar los requerimientos de los clientes. Fue desarrollada en la compañía japonesa Toyota, por el ingeniero Taichi Ohno a finales de la década de los cincuenta, influenciado por los criterios de W. Edwards Deming de Total Quality Management (TQM – Gestión de Calidad Total). (Ramírez herrada, 2012).

Ohno planteó objetivos concretos para el diseño de su sistema de producción: producir un carro para los requerimientos específicos de un cliente y entregarlo

instantáneamente sin el uso de inventarios. Orientados a alcanzar estos objetivos, la filosofía de Lean Production plantea medidas como la reducción de las pérdidas, las cuales están definidas como cualquier actividad que no contribuya a la generación de valor para el cliente (Flow Management). (Ramírez herrada, 2012).

Figura 17. Línea de producción flow vs Línea de producción task.



Fuente: (Brioso Lescano, 2015).

“El Lean Production está orientado al diseño de un sistema de producción que pueda entregar un producto hecho a la medida, de forma instantánea luego de un pedido, sin mantener inventarios intermedios.” (Ballard G. , What is lean construction, 1999).

Según el Lean Construction Institute (LCI), Lean Construction se extiende sobre los objetivos del lean Production, los cuales son maximizar el valor para el cliente y minimizar las pérdidas. Para ello define técnicas específicas que son aplicadas en un nuevo proceso de entrega de proyectos. Dentro de estas técnicas podemos mencionar:

- El producto y el proceso de producción son diseñados de manera conjunta para definir y alcanzar, de una mejor manera, los objetivos del cliente.

- El trabajo es estructurado a través del proceso de diseño del proyecto para maximizar el valor y reducir las pérdidas.

- Los esfuerzos para manejar y mejorar los rendimientos específicos son dirigidos a la mejora del rendimiento total del proyecto, debido a que este último logra ser más importante que la reducción del costo o el aumento de la velocidad en alguna actividad específica. La teoría y el método del Lean Construction tienen su base en dos propuestas. La primera propuesta, de Lauri Koskela, señala que la construcción debe ser una producción basada en el concepto Transformación – Flujo – Valor (TFV). La segunda, cuyos autores son Glenn Ballard y Gregory Howell, introduce el método de control de la producción del último planificador (Last Planner). (Herrada, 2012).

Según (Pons Achell, 2014), se puede resumir los siguientes principios:

- “Incrementar la eficiencia de todas las actividades que agregan valor al proyecto”.
- “Reducir la participación de actividades que no agregan valor”.
- “Incrementar el valor del producto a través de la consideración sistemática de los requerimientos del cliente”.
- “Reducir la variabilidad”.
- “Reducir el tiempo de ciclo”.
- “Simplificar procesos”.
- “Incrementar la flexibilidad de la producción”.
- “Incrementar la transparencia de los procesos”.
- “Enfocar el control al proceso completo”.
- “Introducir la mejora continua de los procesos”.
- “Mejorar continuamente el flujo”.
- “Referenciar permanentemente los procesos”.

2.4. LIMITACIONES EN EL PROYECTO

En la etapa de ejecución del proyecto multifamiliar "Gonzales I", se presentaron una serie de limitaciones en el aspecto presupuestal, ya que, para la realización de este proyecto se había solicitado un financiamiento al Banco de Crédito del Perú, el cual para que nos otorguen el financiamiento previamente debíamos cumplir con una serie de requisitos el cual uno de ellos fue que los futuros propietarios de los departamentos de estreno deberían comprar el inmueble mediante el mismo banco. Otro requisito fue que mínimo deberíamos tener 02 preventas realizadas mediante su banco. Una vez siendo aprobado el financiamiento, se tenía que sustentar los gastos realizados por parte de la empresa en un periodo quincenal para que el banco pueda desembolsar parte del financiamiento y así llegar a culminar la ejecución del proyecto. Por el cual este proceso impuesto por parte del banco generaba un atraso en el periodo de ejecución ocasionando que no se cumpla con el cronograma de actividades y realizar reuniones con el contratista encargado de ejecutar las partidas que contempla el proyecto, por el cual, debido a la demora del desembolso por un tema de gestión administrativa del banco, se acordó con el contratista reducir el personal por unas semanas para llegar a cubrir las valorizaciones con el presupuesto mensual. Por ello se tuvieron que modificar algunas consideraciones para evitar retrasar el avance del proyecto. Por ejemplo, en la mampostería se cambió el uso de ladrillo King Kong de 18 huecos por el bloque de sílice calcáreo debido a que el sistema de instalación de este es más rápido, ya que un muro realizado con este tipo de bloque se puede realizar en un día al contrario que realizar un muro con ladrillo King Kong de 18 huecos el cual se debe realizar la altura total en 2 días.

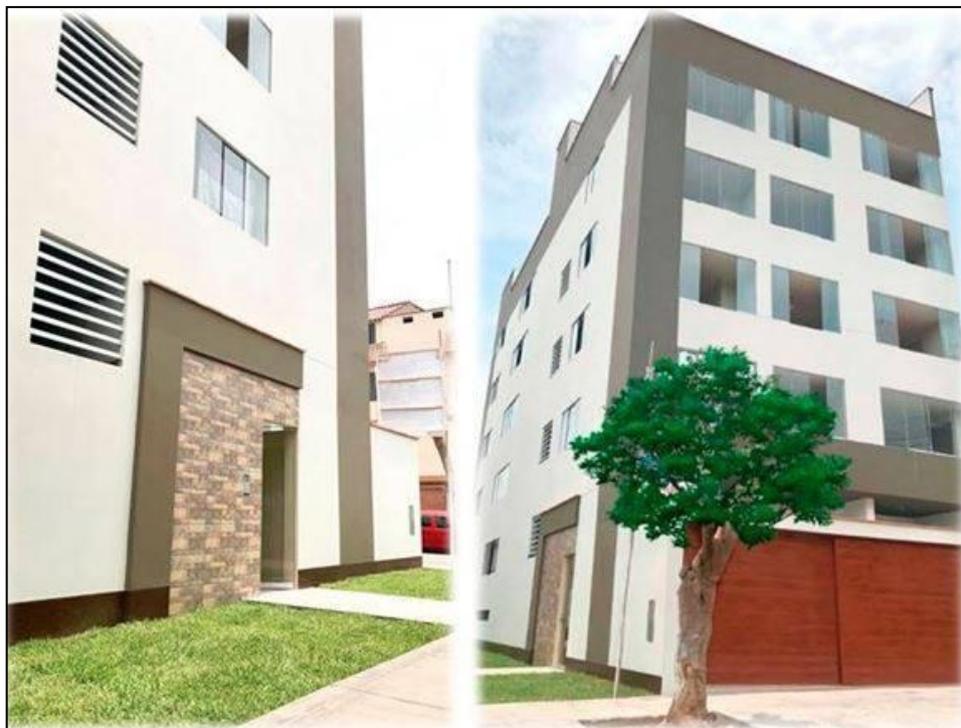
CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. ALCANCE DEL PROYECTO

3.1.1. Descripción del proyecto

La descripción del proyecto con el cual se está desarrollando el presente trabajo es el proyecto multifamiliar "Gonzales I". Del proyecto en general se analizarán las partidas correspondientes a estructuras de las cuales los procesos a considerar serán: encofrado / desencofrado, armado de acero y vaciado de concreto premezclado, desde el primer piso hasta el quinto piso, ya que, los elementos de concreto armado son típicos en esos niveles. El proyecto se ejecutó desde el mes de agosto del 2017 hasta diciembre del 2018.

Figura 18. Vista real del proyecto "Gonzales I".



Fuente: Edición propia, 2018.

3.1.2. Descripción técnica del proyecto

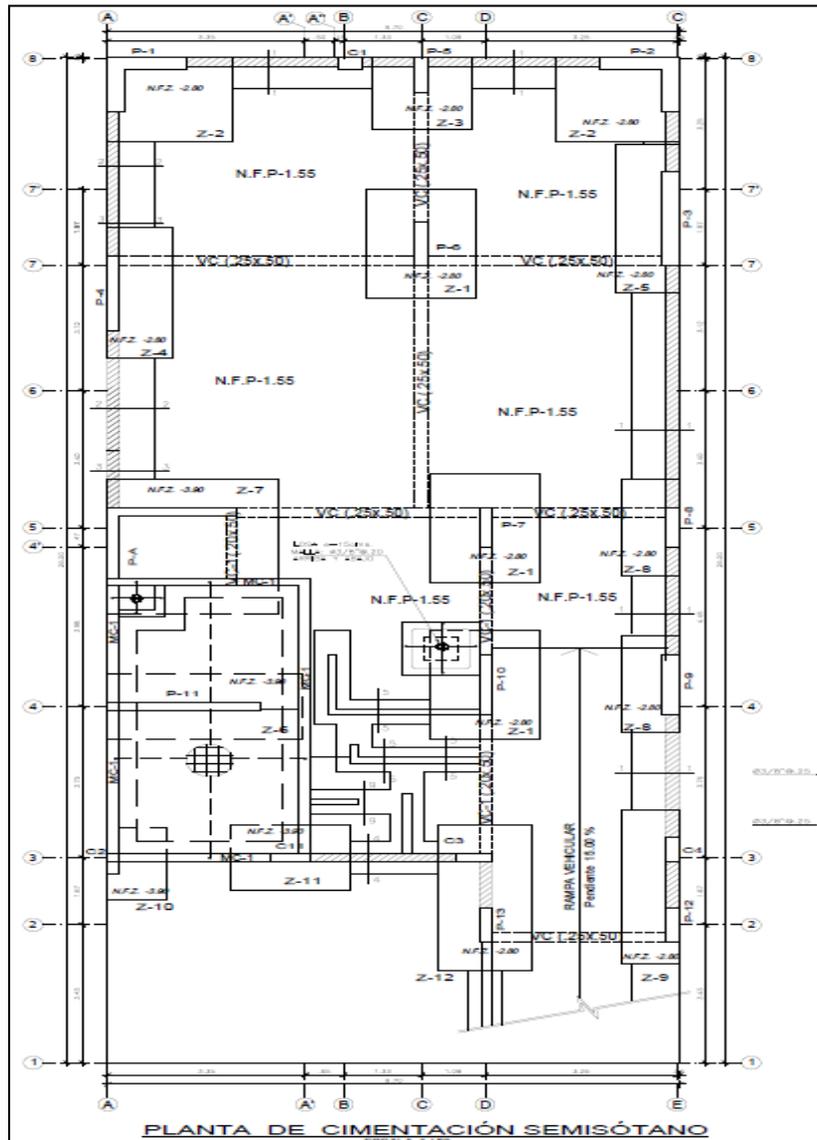
La estructura del proyecto está conformada por columnas y placas de concreto armado ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$), así como también losa aligerada y maciza con un espesor aproximado de 20 cm en cada nivel. Para el semisótano se realizaron calzaduras en los ejes colindantes a los predios vecinos y luego se realizó muros de concreto armado en casi todo el perímetro. Con respecto a la cimentación se conectaron con zapatas combinadas y vigas de cimentación debido a la capacidad portante del suelo, según el EMS (Estudio de mecánica de suelos). A continuación, se mostrarán imágenes de la vista en 3D del proyecto y los planos de estructuras, encofrado de losa y arquitectura. (ver anexo 2)

Figura 19. Vista en 3D del proyecto "Gonzales I".



Fuente: Edición propia, 2017.

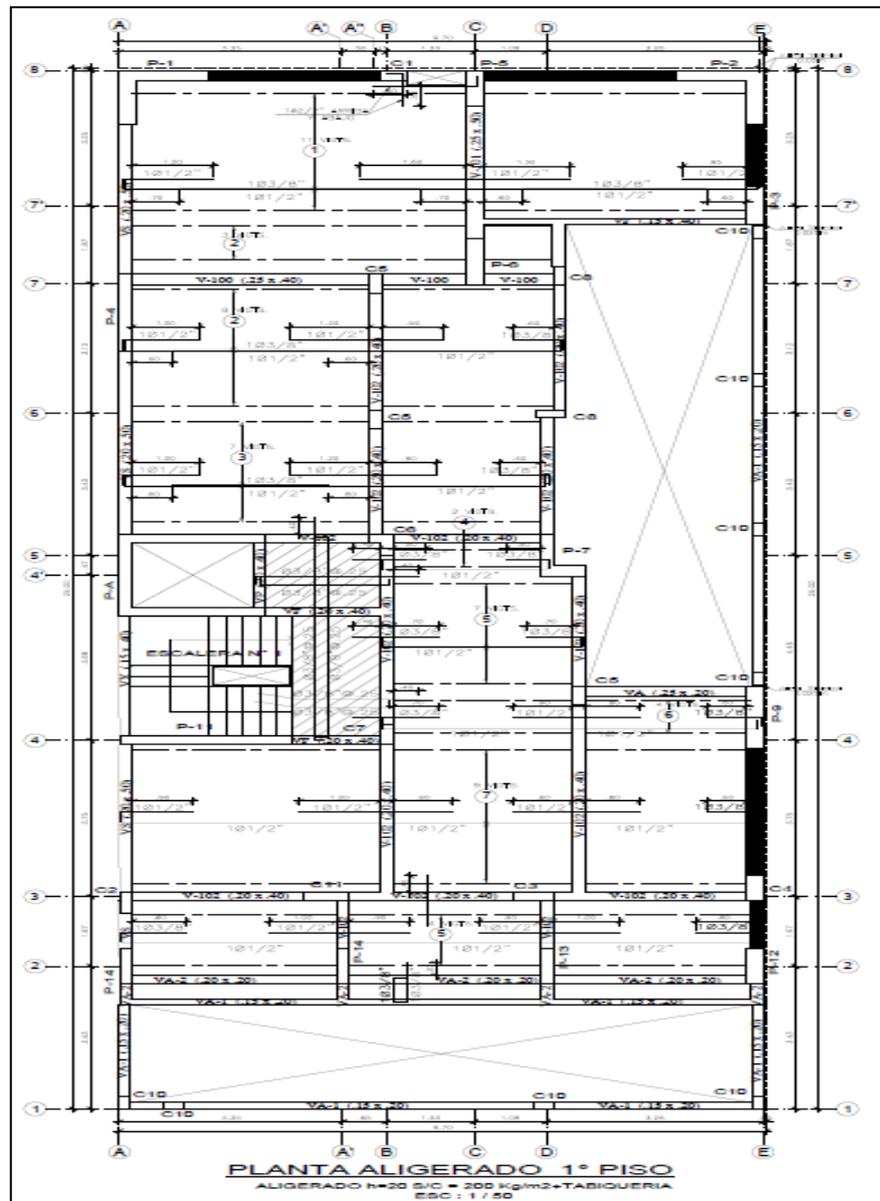
Figura 20. Plano de cimentación E-01 del proyecto "Gonzales I"



Fuente: Edición propia, 2017.

Mediante el uso del plano de estructuras se realizaron metrados de las partidas de estructuras, por consiguiente, ya que el diseño contempla un semisótano y la empresa no contaba con personal propio, se decidió a subcontratar la empresa "Irrazabal contratistas", ya que esta empresa cuenta con el personal capacitado, herramientas y equipos para realizar este tipo de diseños.

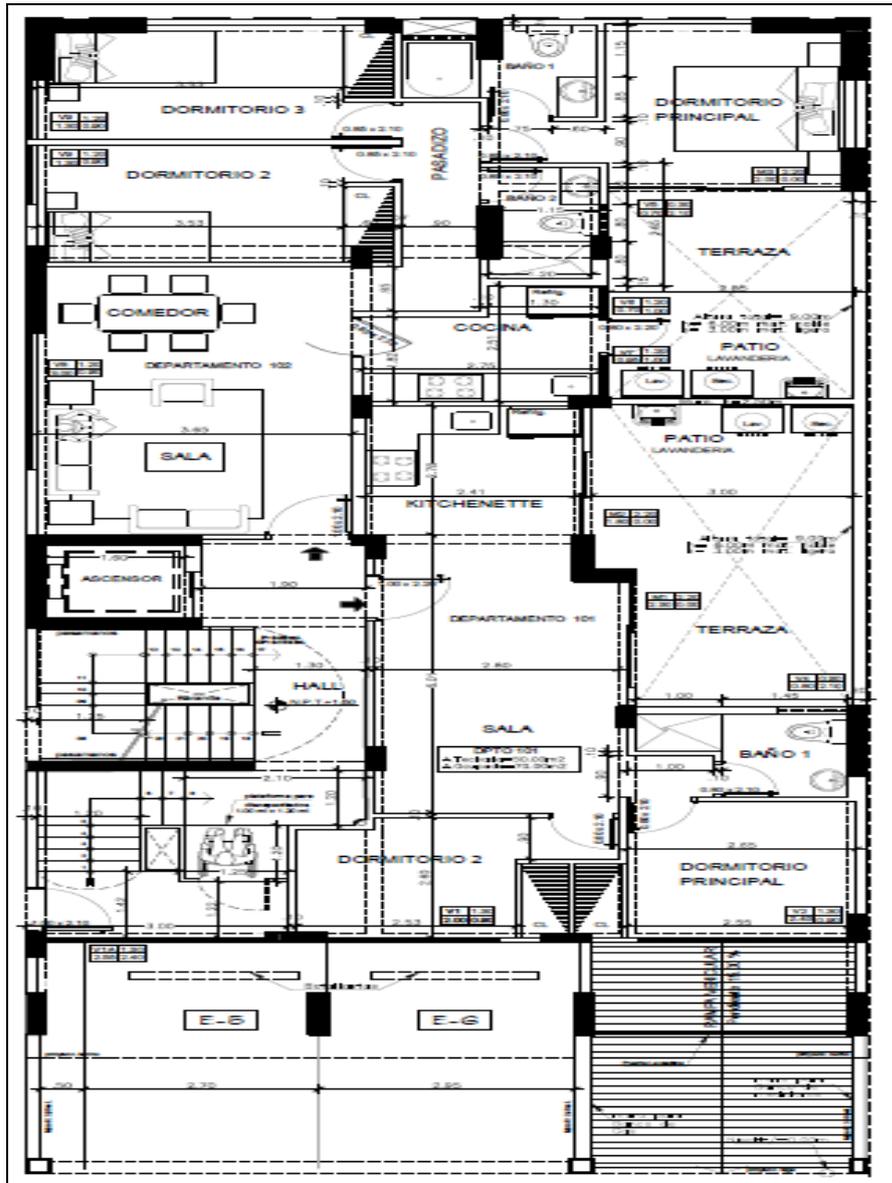
Figura 21. Plano de encofrado de losa E-05 del proyecto "Gonzales I".



Fuente: Edición propia, 2017.

Según al plano de encofrado de losa en la etapa de ejecución se realizaron unas series de modificaciones, ya que, al momento de realizar las instalaciones sanitarias en cada nivel, se armaban baterías de desagüe para 4 baños, 2 cocinas y 2 lavanderías. Debido a la acumulación de instalaciones en algunas áreas de la losa se veía conveniente modificar el reforzamiento de acero y cambiar de losa aligerada a losa maciza, es por ello que tuvieron que comprar más paneles de fenólicos para el encofrado de losa maciza.

Figura 22. Plano de distribución del 1° piso del proyecto "Gonzales I".



Fuente: Edición propia, 2017.

Según al plano de arquitectura, se considero realizar la tabiquería con ladrillos blancos o placas de sílice calcáreo, ya que, previamente se realizó un comparativo de presupuestos y periodo de trabajos con respecto a tabiquería tradicional con ladrillo King Kong de 18 huecos y tabiquería con ladrillo blanco. Al usar las placas de sílice calcáreo esto generaría un ahorro a largo plazo debido a que se omiten las partidas de tarrajeo y limpieza.

3.1.3. Ubicación

El proyecto multifamiliar “Gonzales I” se encuentra ubicado en la Calle Carlos Gonzales 444 Urbanización Maranga – San Miguel.

Figura 23. Croquis de ubicación del proyecto "Gonzales I".



Fuente: Edición propia, 2017.

3.1.4. Área del terreno

El terreno cuenta con un área de 242.5 m², teniendo los siguientes linderos: lindero frontal y de fondo de 9.70 metros y linderos laterales de 25 metros lineales.

3.1.5. Presupuesto del proyecto

El presupuesto total del proyecto multifamiliar “Gonzales I” asciende a la suma de S/2,210,178.05 (Dos millones doscientos diez mil ciento setenta y ocho con 05/100 soles). Se adjunta el resumen del Presupuesto del proyecto “Gonzales I”, ver anexo 1.

3.1.6. Cliente

Constructora Garay S.A.C

3.1.7. Empresa ejecutora

Irrazabal Contratistas y Servicios Generales S.A.C

3.1.8. Cargos y responsabilidades

Todos los miembros del equipo de trabajo en obra realizan sus actividades bajo el siguiente régimen jerárquico. A continuación, se detallará las funciones generales de cada cargo perteneciente al organigrama de la empresa:

a) Gerente de proyectos

- Velar por el cumplimiento de los procesos del ciclo de vida de cada proyecto.
- Mantener una buena comunicación entre todos los involucrados.
- Realizar una buena gestión técnica y comercial.
- Planificar, definir, asignar recurso y objetivos para la ejecución de los proyectos y servicios.
- Hacer seguimiento y asegurar que se cumplan todos los objetivos trazados.

b) Residente de obra

- Programar y planificar todos los procesos del proyecto.
- Controlar los procedimientos bajo los protocolos correspondientes.
- Implementar métodos y estrategias para el desarrollo del proyecto.
- Realizar el seguimiento del cronograma de actividades.
- Mantener la relación con todos los involucrados del proyecto.

c) Asistente de Residente de obra

- Apoyar en programar y planificar todos los procesos del proyecto.
- Hacer seguimiento de los procedimientos bajo los protocolos correspondientes.
- Verificar la implementación de métodos y estrategias para el desarrollo del proyecto.
- Hacer cumplir el cronograma de actividades.
- Supervisar los procesos del proyecto.
- Hacer cumplir los protocolos de calidad y seguridad.

d) Encargado de almacén

- Controlar el stock de los materiales y herramientas en obra.
- Mantener el almacén ordenado y seguro.
- Coordinar el abastecimiento y despacho de materiales.
- Recepcionar materiales y verificar el stock de materiales.
- Generar informas sobre el despacho y estado del almacén.
- Registrar toda la gestión de compra y despacho de materiales.
- Velar por el cumplimiento de los procedimientos de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente en campo.

3.2. FUNCIONES DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

A inicios del año 2017 la empresa Constructora Garay S.A.C realizó una convocatoria de personal, para conformar el equipo de trabajo que empezaría a desarrollar la ejecución del proyecto multifamiliar “Gonzales I”, en el cual fue el

primer proyecto donde participe con la empresa. Previamente para el inicio del proyecto se elaboraron una serie de documentos requeridos tanto para presentar al municipio como también para el financiamiento solicitado al banco. Como primera función se me encomendó realizar los metrados correspondientes a todas las partidas del proyecto tales como: Demolición, movimiento de tierra, Estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias. Para realizar los metrados de todas las partidas del proyecto hice uso de los planos de todas las especialidades las cuales fueron aprobados por la municipalidad del distrito correspondiente. Luego elaboré una serie de presupuestos tanto de mano de obra como también respecto a la cantidad de materiales que se necesitarían para la ejecución del proyecto, todo esto, con el fin de sustentar todos los gastos que la empresa realizaría en el proyecto, para que el banco realice el desembolso del financiamiento por etapas. Por parte del banco se programaba la visita de una inspectora para verificar los avances del proyecto y que esté acorde a las valorizaciones presentadas. Estas visitas se realizaban en un periodo de 2 semanas de las cuales le acompañaba a la inspectora a hacer un recorrido por las instalaciones explicando los avances y compras de materiales que se realizan para la continua ejecución del proyecto.

3.2.1. Funciones en oficina

En la etapa de planificación se realizaban reuniones con todos los involucrados para la recolección de información según lo encomendado a cada integrante, en mi caso debía entregar los metrados y presupuestos de las etapas de Estructuras, arquitectura e instalaciones eléctricas y sanitaria (ver muestra de metrado y presupuesto de la partida de arquitectura en anexo 3).

Además de ello debía realizar un cuadro general de las cantidades de materiales que se usarían en el proyecto, para luego mandar a cotizar a diferentes proveedores.

De forma personal realizaba un horario diario para trabajar en oficina de las cuales eran en las horas del mediodía y culminando la jornada del personal obrero.

3.2.1.1. Cuaderno de obra

Culminando cada día de trabajo realizaba el llenado del cuaderno de obra detallando los acontecimientos más importantes del día y de forma resumida, para que luego en conocimiento del residente de obra realice la revisión correspondiente y lo firme. Este cuaderno es muy importante ya que permite registrar todos los datos importantes de la ejecución del proyecto y además se debe demostrar en cada visita realizada por el inspector de la municipalidad distrital.

3.2.1.2. Cotizaciones

Cada semana en coordinación con el maestro de obra se realiza una lista de requerimientos de materiales a usar en periodo de una semana de trabajo, para luego mandar a cotizar a tres proveedores como mínimo y una vez recibidas las cotizaciones realizo un comparativo para evaluar con que proveedor trabajar para realizar las siguientes compras de materiales. Conforme se van terminando partidas y se van iniciado otras nuevas partidas voy solicitando cotizaciones de materiales por cantidades estimadas para culminar el proyecto, con el fin de obtener una buena oferta de precios y así anticiparme a elegir el proveedor más conveniente no solo por tema de precio sino también

por tema de garantía y calidad. (ver ejemplo de comparativo de cotizaciones en pintura del proyecto "Gonzales I" en el anexo 3).

3.2.1.3. Elaboración de informes

En la etapa de ejecución del proyecto tenía la función de supervisar los procesos constructivos y por ende cuando se presentaba alguna observación en este caso elaboraba un informe para luego enviarlo por correo a la empresa contratista y coordinar el levantamiento de observaciones, de esta forma quedaba registro de todos los trabajos adicionales para luego regularizar los costos con el contratista según el contrato firmado. Por otro lado, también realizaba otros tipos de informes como, por ejemplo:

- Informe de producción para luego realizar las valorizaciones semanales.
- Informe sobre el incumplimiento de protocolo de seguridad.
- Informe sobre cambios o devoluciones de materiales comprados.
- Informe de descargo para el municipio, cuando aplican una multa por algún incumplimiento en la ejecución del proyecto. (ver anexo 3).

A continuación, se mostrará en imagen un tipo de informe de observaciones en la partida de albañilería con ladrillo blanco de sílice calcáreo.

Figura 24. Tipo de informe de observaciones en campo.

CONTRATISTA IRRAZABAL	
OBSERVACIONES	
FOTOGRAFÍAS	FOTOGRAFÍAS
	
FALTANTE DE TECOPÓR EN TODO EL PERÍMETRO DE LA JUNTA, NO SE DEBE RELLENAR ESOS ESPACIOS CON MORTERO SINO CON TECOPÓR SOBREPORTE	VANO DE PUERTA ESTA DESNIVELADO MAS DE LA TOLERANCIA PERMITIDA QUE ES DE 3 MM
FOTOGRAFÍAS	FOTOGRAFÍAS
	
PRESENCIA DE DESNIVEL DE 5 MM EN MURO, AMOLAR CIERTAS ZONAS PARA NIVELAR	MURO DE TAPICERIA DESPLOMADO EN LA PARTE SUPERIOR
FOTOGRAFÍAS	FOTOGRAFÍAS
	
RELLENAR BIEN CON MORTERO LAS JUNTAS HORIZONTALES Y VERTICALES	TRAMO DE TUBERIA DE 2" SOBRESALIDA EN LA SUPERFICIE DEL MURO

Fuente: Edición propia, 2017.

3.2.1.4. Valorizaciones

En este proyecto realizaba dos tipos de valorizaciones, de las cuales una valorización es con los trabajos realizados por el personal

contratista en periodo semanal y la otra valorización se realizaba para sustentar los gastos al banco en periodo quincenal, para que nos desembolsen el financiamiento solicitado. La valorización enviada por el contratista debe estar de acuerdo al avance realizado en obra y cumplir con los precios unitarios definidos en el contrato, una vez verificado que la valorización está conforme procedo a enviar por correo al residente de obra para que gestione el pago de la valorización. Con respecto a la valorización realizada para sustentar al banco, considero los costos generados tanto en mano de obra como en la adquisición de materiales de construcción en periodo quincenal, para luego enviar por correo al residente de obra y que pueda gestionar el envío de los documentos requeridos por el banco para la aprobación del desembolso y así poder adquirir liquidez económica para seguir avanzando con la ejecución del proyecto. Como experiencia recomiendo manejar las valorizaciones de manera minuciosa, ya que, por ejemplo, si en la valorización 02 el acumulado anterior no concuerda con la valorización actual de la valorización 01 esto generaría una mala secuencia de acumulado de las valorizaciones obteniendo algunos valores en negativo. En el Anexo 02 se demostrará una de las valorizaciones realizadas en el proyecto.

3.2.2. Funciones en campo

3.2.2.1. Seguridad en el trabajo

Con respecto a la seguridad en el trabajo, en el proceso de ejecución del proyecto se me encomendó realizar las charlas de seguridad en el cual tenía la potestad de programar las fechas de charlas según el nivel de riesgo de los trabajos a realizar, así como también hacer cumplir el llenado de formatos correspondientes al protocolo de seguridad elaborados por la empresa, también realizar informes de observación por incumplimiento del uso correcto del equipo de protección personal o por el mal estado de los implementos de seguridad, estos informes son enviados al correo corporativo de la empresa contratista con copia al correo corporativo del residente de obra. Previamente en la reunión con el contratista se le hace mención del reglamento interno de la empresa, en el cual se menciona las sanciones por incumplimiento de seguridad en el trabajo. En cada inicio de jornada diaria se realiza una charla de seguridad con una duración promedio de 5 minutos el cual generalmente se da a las 07:20 am, en el cual realizo una dinámica en la charla de seguridad haciendo que participen los trabajadores para que inicien sus labores poniendo como prioridad la seguridad en el trabajo, mientras voy realizando la charla de seguridad el personal va llenando una serie de formatos de protocolo de seguridad el cual registra sus asistencia a la charla y la secuencia de procesos que deben considerar al iniciar sus labores. (ver los formatos de seguridad en anexo 3).

A continuación, se mostrarán en imagen unos formatos de seguridad en el trabajo.

Figura 25. Formato de gestión de seguridad, ambiente y salud ocupacional.

	FORMATO DE GESTION DE SEGURIDAD, AMBIENTE Y SALUD OCUPACIONAL			CODIGO	
				REVISION	02
	LISTA DE ASISTENCIA			APROBADO	01 / 10 / 2016
				PAGINA	1 de 2

LISTA DE ASISTENTES A CURSOS / CHARLAS

INDUCCION
 DIARIAS
 ESPECÍFICAS
 OTROS _____

Instructor:		Firma:		Fecha:	
Area(s):		Area: SSOMA			
Desde:	Hasta:	Duración	Asistentes:	H-H	
hrs	hrs	hrs			

Temas:

1. _____
2. _____
3. _____

N°	Apellidos	Nombres	Area	Empresa	Firma	DNI
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Fuente: Edición propia, 2016.

Figura 26. Formato de seguridad en trabajos en caliente.

		FORMATO DE GESTIÓN DE SEGURIDAD, AMBIENTE Y SALUD OCUPACIONAL	
		APROBADO	01/10/16
PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE		PAGINA	1 de 1
EMITIDO POR:		FECHA:	
LUGAR DEL TRABAJO:		HORA INICIO:	HORA FINAL:
TRABAJO:			
NOMBRE DE LOS EMPLEADOS ASIGNADOS AL TRABAJO Y FUNCION			
1	FUNCION:		
2	FUNCION:		
3	FUNCION:		
4	FUNCION:		
5	FUNCION:		
DESCRIPCION DEL TRABAJO			
REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD			
EQUIPOS ELECTRICOS		GASES COMPRIMIDOS	
LLAVES (ON-OFF)		PORTA BOTELLAS	
CABLES		VALVULAS	
CONECTORES		MANOMETROS	
ASLAMIENTO		MANQUERAS	
GUARDAS		REGULADORES	
EPP		BOPLETES	
VIGIA		EPP	
SEÑALES		VIGIAS	
BARREIRAS		SEÑALES	
ATMOSFERAS		ATMOSFERAS	
AREA NO INFLAMABLES		AREA NO INFLAMABLES	
EXTINTOR		EXTINTOR	
OTROS		OTROS	
LISTA DE EQUIPOS:			
INSTRUCCIONES ESPECIALES/PRECAUCIONES: TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS: Deben contar con permiso de EH&S AE-CMR.			
DENTRO DE LOS 15 METROS: Pisos limpios de combustibles; ausencia de materiales combustibles y líquidos inflamables; todas las aberturas en muros.			
losas y techos deben ser cubiertas. TRABAJOS EN PAREDES O CIELOGRASOS: Combustibles o materiales inflamables alojados desde el lado opuesto.			
CAPACITACION: Constancia de capacitación del personal en trabajos en caliente, prevención de incendios y comunicaciones de emergencia.			
ELABORADO POR		NOMBRES Y APELLIDOS	
SUPERVISOR CONTRATISTA			
RESIDENTE CONSTRUCTORA GARAY			
PREVENIONISTA DE RIESGOS			

Sistema de Gestión SSOMA

Fuente: Edición propia, 2016.

Figura 27. Formato de seguridad ATS (Análisis de trabajo seguro).

	FORMATO DE GESTION DE SEGURIDAD, AMBIENTE Y SALUD OCUPACIONAL		
	AST (ANALISIS DE TRABAJO SEGURO)	APROBADO	01 / 10 / 2016
		PAGINA	1 de 2

PROYECTO / OBRA:	
ACTIVIDAD O TAREA DEL DIA:	
FECHA / /	HORA
EMPRESA SUBCONTRATISTA:	
CAPATAZ, SUPERVISOR O RESPONSABLE	UBICACION DE LA TAREA
Nombres y Apellidos	Firma
.....

PASOS SECUENCIALES DE LA ACTIVIDAD O TAREA A REALIZAR:

1.-	.....
2.-	.....
3.-	.....
4.-	.....
5.-	.....
6.-	.....
7.-	.....
8.-	.....
9.-	.....
10.-	.....

IDENTIFICACION DE LOS EVENTOS QUE PUEDEN CAUSAR DAÑO O LESION:	MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR:
Atrapamiento <input type="checkbox"/>	Demarcar y señalizar el área de trabajo <input type="checkbox"/>
Caída al mismo nivel <input type="checkbox"/>	Mejorar el orden y la limpieza <input type="checkbox"/>
Caída de altura <input type="checkbox"/>	Disponer de equipos de extinción del fuego <input type="checkbox"/>
Golpes y choques contra objetos <input type="checkbox"/>	Disponer mallas protectoras <input type="checkbox"/>
Contacto eléctrico <input type="checkbox"/>	Efectuar conexión a tierra de equipos <input type="checkbox"/>
Quemaduras <input type="checkbox"/>	Inspeccionar áreas adyacentes
Incendio / Explosión <input type="checkbox"/>	Realizar corte de fluidos
Caída de objetos <input type="checkbox"/>	Dar aviso a todo el personal de obra
Ruido excesivo <input type="checkbox"/>	Disponer un vigía en el exterior
Proyección de Partículas <input type="checkbox"/>	Otros:
Tareas en cercanías de maquinaria pesada <input type="checkbox"/>	
Atropello <input type="checkbox"/>	
Aplastamiento <input type="checkbox"/>	
Otros:	

EPP Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD REQUERIDOS PARA ESTA TAREA

Casco de Seguridad	Mantas Ignifugas	Otros elementos:
Botas de Seguridad	Careta de Soldador	.....
Botas de Jebe	Protector Facial	
Lentes de Seguridad	Barbiquejo	
Protección Auditiva	Protección Respiratoria	
Guantes de Algodón	Mandil de Cuero	
Guantes de Cuero	Cinta Demarcadora	
Guantes Dieléctricos	Arnés de Seguridad	
Guantes de PVC	Mallas perimétricas	
Extintores	Línea de Vida	

Fuente: Edición propia, 2016.

3.2.2.2. **Requerimientos**

Con respecto al requerimiento de materiales de construcción todos los jueves realizaba reuniones con el maestro de obra para coordinar las cantidades de material a utilizar durante la semana siguiente. Realizaba los requerimientos semanales con las cantidades de materiales estimadas a usar semanalmente, para luego coordinar las fechas de compra y despacho. Además de ello en coordinación con el personal de almacén realizamos una actualización del stock y estado de los materiales, herramientas y equipos. Con respecto al requerimiento de concreto premezclado ya sea para elementos estructurales verticales (columnas y placas) o losas, se realiza el pedido y luego visita a obra el coordinador de la empresa concretera para verificar el acceso y designar el tipo de equipo de bombeo a usar, para luego aprobar el pedido y proseguir con la fecha de despacho. Con respecto al pedido de ladrillo blanco sílice calcárea de la misma manera al realizar el pedido de la cantidad de placas de sílice y cal, así como también los morteros finos, grueso y concreto grout que va en el interior de los alveolos de las placas, para la instalación de estas unidades de albañilería se emplean unos refuerzos de acero corrugado que van anclados de piso a techo a unas piezas de metal conocidos como "ojos chinos". Por parte de la empresa "Compañía Minera Luren S.A", nos visita un personal para verificar la cantidad de pedido según el avance de ejecución, así como también la instalación de forma correcta. (ver orden de pedido en anexo 3).

3.2.2.3. Supervisión de calidad

Con respecto a la calidad de los materiales, cada vez que llega material a la obra realizo la recepción en compañía del encargado de almacén para corroborar la cantidad, cualidad y estado de los materiales a recibir. En el caso de que el despacho presente alguna irregularidad como, por ejemplo; falta un producto o llegó el producto en mal estado, en el caso de la falta de un producto, se procede describir la observación en la nota de compra, para que procedan a subsanar la observación y en el caso del mal estado de un producto, se procede a la toma de fotografía del producto y enviar un correo al proveedor solicitando el cambio del producto adjuntando la fotografía tomada.

Con respecto a la supervisión de la calidad en procesos constructivos, se realiza un recorrido constante en todas las áreas de trabajo para verificar que los procesos se estén realizando de forma correcta y que no se genere el exceso de desperdicio de materiales, al culminar la jornada diaria se realiza un recorrido con el maestro de obra para verificar el avance diario y realizar un informe diario de las condiciones de trabajo. También realice informes con respecto a la calidad de procesos donde adjunto fotografías de las observaciones y las describo, para luego en coordinación con el contratista o maestro de obra llegar a subsanarlos y considerar el descuento correspondiente si amerita tener que volver a comprar material adicional. Con respecto a la calidad de equipamiento se solicita la carta de garantía a la empresa contratada como por ejemplo a la empresa "OCH

INGENIERIA S.A.C" quien realizó el servicio de equipamiento de bombeo y tablero, para suministro de agua potable.

A continuación, se mostrará en imagen una carta de garantía otorgada por una de las empresas que prestaron servicios en el proyecto residencial "Gonzales I".

Figura 28. Carta de garantía de la empresa "OCH INGENIERIA S.A.C".

Lima 09 de Noviembre del 2017

Señores:

CONSTRUCTORA GARAY S.A.C.
Obra Edificio Multifamiliar Carlos González
Presente.-



OCH INGENIERIA S.A.C.
Diseño y Construcción

GARANTÍA DE EQUIPO – BOMBAS – TABLEROS:

Los equipos que nuestra representada que vendió e instaló a ustedes tienen una garantía en condiciones normales de funcionamiento:

02 Electrobombas marca Pentax modelo U9 350/4T de 3.5HP	Garantía de 18 meses
03 Electrobombas marca Pentax modelo DG 100/2G de 1HP	Garantía de 18 meses
01 Tablero de presión constante con 03 variadores	Garantía de 12 meses
01 Tablero alternador de desagüe	Garantía de 12 meses
01 Arrancador directo de sumidero	Garantía de 12 meses
01 Instalación de sistema de presión constante	Garantía de 36 meses
01 Instalación de sistema doble de desagüe	Garantía de 36 meses
01 Instalación de sistema simple de sumidero	Garantía de 36 meses

Pierde garantía:

- Cuando alguien ajeno a nuestra empresa mete la mano tratando de hacer arreglos o mal manipulación.
- Cuando se inunda el cuarto de máquinas.
- Subida o caída de tensión.

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS:

- Las electrobombas deben tener un mantenimiento preventivo cada 12 meses.
- El tablero debe tener un mantenimiento máximo cada 6 meses.

Atentamente

Manuel Chicoma Cabel
Gerente de Proyectos

Fuente: Edición propia, 2017.

3.3.2. Presupuesto de obra

Este presupuesto se obtiene del presupuesto total del proyecto de los cuales se considerará los siguientes detalles:

- Se considerarán las partidas de estructuras (acero, encofrado /desencofrado y vaciado de concreto premezclado). Los elementos estructurales a considerar son Columnas, placas, vigas, losas y escaleras, desde el 1° al 5° piso.
- De acuerdo al Cronograma de obra, se puede obtener el periodo de ejecución de las partidas consideradas para este trabajo.

3.3.3. Informe semanal de producción (ISP)

Considerando el presupuesto total de obra donde se contempla la descripción de las partidas del 1° al 5° piso del proyecto multifamiliar “Gonzales I”, se reagrupó las partidas consideradas para este trabajo de los cuales son: concreto, encofrado / desencofrado y acero de refuerzo. Toda esta reagrupación con el fin de interpretar de forma práctica los informes semanales de producción. Ver Tabla 4.

Tabla 3. Presupuesto del 1° piso al 5° piso del proyecto "Gonzales I"

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR GONZALES 1
 DIRECCION: CALLE CARLOS GONZALES 444 URBANIZACION MARANGA - SAN MIGUEL
 FECHA: 17/08/2017
 ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
 CLIENTE: CONSTRUCTORA GARAY S.A.C
 CONTRATISTA: IRRAZABAL CONSTRATISTAS Y SERVICIOS GENERALES S.A.C
 ELABORADO POR: ING. LUIS RAMIREZ

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	P.U. (S/)	P.PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
01.00.00	CONCRETO ARMADO					
01.01.00	COLUMNAS					
01.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS $f'c=210$ Kg/cm ²	m ³	25.70	31.00	796.70	
01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m ²	415.60	40.00	16624.00	
01.01.03	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS $f_y=4200$ Kg/cm ²	kg	4352.56	0.83	3612.62	
01.02.00	PLACAS					
01.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS $f'c=210$ Kg/cm ²	m ³	189.90	31.00	5886.90	
01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m ²	1420.20	40.00	56808.00	
01.02.03	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS $f_y=4200$ Kg/cm ²	kg	9652.32	0.83	8011.43	
01.03.00	VIGAS					
01.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS $f'c=210$ Kg/cm ²	m ³	84.62	31.00	2623.22	
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	484.44	40.00	19377.60	
01.03.03	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS $f_y=4200$ Kg/cm ²	kg	16204.84	0.83	13450.02	
01.04.00	LOSAS MACIZAS					
01.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS MACIZAS $f'c=210$ Kg/cm ²	m ³	13.95	31.00	432.45	
01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS	m ²	68.52	40.00	2740.80	
01.04.03	ACERO DE REFUERZO EN LOSA MACIZA $f_y=4200$ Kg/cm ²	kg	955.56	0.83	793.11	
01.05.00	LOSAS ALIGERADAS					
01.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS ALIGERADAS $f'c=210$ Kg/cm ²	m ³	67.83	31.00	2102.73	
01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS ALIGERADAS	m ²	724.74	40.00	28989.60	
01.05.03	ACERO DE REFUERZO EN LOSA ALIGERADA $f_y=4200$ Kg/cm ²	kg	5564.19	0.83	4618.28	
01.05.04	LADRILLO DE ARCILLA 15X30X30 cm PARA LOSA ALIGERADA	und	6024.00	0.83	4999.92	
01.06.00	ESCALERAS					
01.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS $f'c=210$ Kg/cm ²	m ³	18.42	31.00	571.02	
01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m ²	94.67	40.00	3786.80	
01.06.03	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERA $f_y=4200$ Kg/cm ²	kg	1496.94	0.83	1242.46	
	COSTO DIRECTO - GLOBAL					S/177,467.66
	GASTOS GENERALES	10%				S/17,746.77
	SUB TOTAL PRESUPUESTO					S/195,214.43
	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS	18%				S/35,138.60
	TOTAL PRESUPUESTO					S/230,353.02

Fuente: Edición propia, 2020.

Tabla 4. Presupuesto para el Informe semanal de producción (ISP)

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR GONZALES 1
 DIRECCION: CALLE CARLOS GONZALES 444 URBANIZACION MARANGA - SAN MIGUEL
 PERIODO DE REPORTE: 21/08/2017 al 02/10/2017
 ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
 CLIENTE: CONSTRUCTORA GARAY S.A.C
 CONTRATISTA: IRRAZABAL CONSTATISTAS Y SERVICIOS GENERALES S.A.C
 ELABORADO POR: ING. LUIS RAMIREZ

ITEM	DESCRIPCION	UND	PRESUPUESTO META		
			CANTIDAD	PARCIAL (HH)	RENDIMIENTO
01.00.00	CONCRETO PREMEZCLADO	m3	400.42	1097.15	2.74
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS f'c=210 Kg/cm2	m3	25.70	70.42	2.74
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS f'c=210 Kg/cm2	m3	189.90	520.33	2.74
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS f'c=210 Kg/cm2	m3	84.62	231.86	2.74
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS f'c=210 Kg/cm2	m3	81.78	224.08	2.74
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS f'c=210 Kg/cm2	m3	18.42	50.47	2.74
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	3208.17	5509.98	1.73
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	415.60	702.36	1.69
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	1420.20	2385.94	1.68
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	484.44	833.24	1.72
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS	m2	793.26	1419.94	1.79
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	94.67	168.51	1.78
03.00.00	ACERO DE REFUERZO	Kg	38686.22	2708.04	0.07
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	4352.56	304.68	0.07
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	9652.32	675.66	0.07
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	16204.84	1134.34	0.07
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	6979.56	488.57	0.07
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	1496.94	104.79	0.07

Fuente: Edición propia, 2020.

En modo de ejemplo se explicará cómo se obtuvieron los datos de PARCIAL (HH) y RENDIMIENTO, en la partida de concreto premezclado $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ en placas.

Según el Grupo S10 (2011), el rendimiento de la partida de concreto premezclado es de 25 m³/día.

Sumando las horas hombre obtenemos el valor del RENDIMIENTO (2.74 HH/m³), el cual se corroborará en la siguiente tabla 05. El producto del rendimiento por el metrado, se obtendrá el valor PARCIAL (HH).

Tabla 5. Análisis de precios unitarios de la partida de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (placas).

PARTIDA N°: 01.02.01 CONCRETO PREMEZCLADO $f'c= \text{Kg/cm}^2$ en placas Unidad: m³
 Duración: día Metrado: 189.9
 Rendimiento: 25.00 m³/día C.D. S/31.00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.U (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
MO	MANO DE OBRA						29,524
mo1	Capataz	hh	0.56	0.1805	14.05	2.54	
mo2	Operaro	hh	2.00	0.6400	12.77	8.17	
mo3	Oficial	hh	2.00	0.6400	10.48	6.71	
mo4	Peón	hh	4.00	1.2800	9.46	12.11	
MAT	MATERIALES						-
			-	-	-	-	-
EQ/HERR	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						1,476
eq3	Herramientas manuales (5%)	%MO	-	29.524	0.05	1.48	
SC	SUBCONTRATOS						-
			-	-	-	-	-

Fuente: Edición propia, 2017.

En las siguientes tablas se detallarán los informes de producción semanal: Tabla 06, tabla 07, tabla 08, tabla 09, tabla 10 y tabla 11.

Tabla 6. Informe Semanal de Producción – Semana 1

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR GONZALES 1
 DIRECCION: CALLE CARLOS GONZALES 444 URBANIZACION MARANGA - SAN MIGUEL
 PERIODO DE REPORTE: 21/08/2017 al 26/08/2017
 ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
 CLIENTE: CONSTRUCTORA GARAY S.A.C
 CONTRATISTA: IRRAZABAL CONSTATISTAS Y SERVICIOS GENERALES S.A.C
 ELABORADO POR: ING. LUIS RAMIREZ

PRESUPUESTO META				ANTERIOR ACUMULADO						ISP - SEMANA 1						ACUMULADO ACTUAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO PREMEZCLADO	m3	2.74	-	-	-	-	-	-	68.21	257.15	3.77	186.93	(70.22)	0.73	68.21	257.15	3.77	186.93	(70.22)	0.73
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	-	-	-	-	-	-	5.35	20.17	3.77	14.66	(5.51)	0.73	5.35	20.17	3.77	14.66	(5.51)	0.73
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	-	-	-	-	-	-	28.60	107.82	3.77	78.38	(29.44)	0.73	28.60	107.82	3.77	78.38	(29.44)	0.73
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	-	-	-	-	-	-	15.35	57.87	3.77	42.07	(15.80)	0.73	15.35	57.87	3.77	42.07	(15.80)	0.73
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	-	-	-	-	-	-	14.25	53.72	3.77	39.05	(14.67)	0.73	14.25	53.72	3.77	39.05	(14.67)	0.73
01.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	-	-	-	-	-	-	4.66	17.57	3.77	12.77	(4.80)	0.73	4.66	17.57	3.77	12.77	(4.80)	0.73
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	-	-	-	-	-	-	528.50	570.78	1.08	919.59	348.81	1.61	528.50	570.78	1.08	919.59	348.81	1.61
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	1.69	-	-	-	-	-	-	75.89	81.96	1.08	128.25	46.29	1.56	75.89	81.96	1.08	128.25	46.29	1.56
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	1.68	-	-	-	-	-	-	243.60	263.09	1.08	409.25	146.16	1.56	243.60	263.09	1.08	409.25	146.16	1.56
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	1.72	-	-	-	-	-	-	83.23	89.89	1.08	143.16	53.27	1.59	83.23	89.89	1.08	143.16	53.27	1.59
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS	m2	1.79	-	-	-	-	-	-	125.78	135.84	1.08	225.15	89.30	1.66	125.78	135.84	1.08	225.15	89.30	1.66
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	1.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03.00.00	ACERO DE REFUERZO	Kg	0.07	-	-	-	-	-	-	2390.18	262.92	0.11	167.31	(95.61)	0.64	2390.18	262.92	0.11	167.31	(95.61)	0.64
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	-	-	-	-	-	-	845.98	93.06	0.11	59.22	(33.84)	0.64	845.98	93.06	0.11	59.22	(33.84)	0.64
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	-	-	-	-	-	-	1544.20	169.86	0.11	108.09	(61.77)	0.64	1544.20	169.86	0.11	108.09	(61.77)	0.64
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Edición propia, 2020.

Tabla 7. Informe Semanal de Producción - Semana 2.

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR GONZALES 1
 DIRECCION: CALLE CARLOS GONZALES 444 URBANIZACION MARANGA - SAN MIGUEL
 PERIODO DE REPORTE: 28/08/2017 al 02/09/2017
 ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
 CLIENTE: CONSTRUCTORA GARAY S.A.C
 CONTRATISTA: IRRAZABAL CONSTRATISTAS Y SERVICIOS GENERALES S.A.C
 ELABORADO POR: ING. LUIS RAMIREZ

PRESUPUESTO META				ANTERIOR ACUMULADO						ISP - SEMANA 2						ACUMULADO ACTUAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO PREMEZCLADO	m3	2.74	68.21	257.15	3.77	186.93	(70.22)	0.73	78.52	215.93	2.75	215.18	(0.75)	1.00	146.73	473.08	3.26	402.11	(70.97)	0.86
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	5.35	20.17	3.77	14.66	(5.51)	0.73	5.35	14.71	2.75	14.66	(0.05)	1.00	10.70	34.88	3.26	29.32	(5.56)	0.86
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	28.60	107.82	3.77	78.38	(29.44)	0.73	28.60	78.65	2.75	78.38	(0.27)	1.00	57.20	186.47	3.26	156.76	(29.71)	0.86
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	15.35	57.87	3.77	42.07	(15.80)	0.73	15.35	42.21	2.75	42.07	(0.15)	1.00	30.70	100.08	3.26	84.13	(15.95)	0.86
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	14.25	53.72	3.77	39.05	(14.67)	0.73	24.56	67.54	2.75	67.31	(0.23)	1.00	38.81	121.26	3.26	106.36	(14.90)	0.86
01.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	4.66	17.57	3.77	12.77	(4.80)	0.73	4.66	12.82	2.75	12.77	(0.04)	1.00	9.32	30.38	3.26	25.54	(4.84)	0.86
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	528.50	570.78	1.08	919.59	348.81	1.61	373.38	1101.47	2.95	649.68	(451.79)	0.59	901.88	1672.25	2.02	1569.27	(102.98)	1.09
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	1.69	75.89	81.96	1.08	128.25	46.29	1.56	75.89	223.88	2.95	128.25	(95.62)	0.57	151.78	305.84	2.02	256.51	(49.33)	1.07
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	1.68	243.60	263.09	1.08	409.25	146.16	1.56	243.60	718.62	2.95	409.25	(309.37)	0.57	487.20	981.71	2.02	818.50	(163.21)	1.06
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	1.72	83.23	89.89	1.08	143.16	53.27	1.59	-	-	-	-	-	-	83.23	89.89	1.08	143.16	53.27	1.59
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS	m2	1.79	125.78	135.84	1.08	225.15	89.30	1.66	20.65	60.92	2.95	36.96	(23.95)	0.61	146.43	196.76	2.02	262.11	65.35	1.13
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	1.78	-	-	-	-	-	-	33.24	98.06	2.95	59.17	(38.89)	0.60	33.24	98.06	2.95	59.17	(38.89)	0.60
03.00.00	ACERO DE REFUERZO	Kg	0.07	2390.18	262.92	0.11	167.31	(95.61)	0.64	8385.48	167.71	0.02	586.98	419.27	3.50	10775.66	430.63	0.07	754.30	239.02	2.93
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	845.98	93.06	0.11	59.22	(33.84)	0.64	845.98	16.92	0.02	59.22	42.30	3.50	1691.96	109.98	0.07	118.44	8.46	2.07
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	1544.20	169.86	0.11	108.09	(61.77)	0.64	1544.20	30.88	0.02	108.09	77.21	3.50	3088.40	200.75	0.07	216.19	15.44	2.07
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	-	-	-	-	-	-	3465.22	69.30	0.02	242.57	173.26	3.50	3465.22	69.30	0.02	242.57	173.26	3.50
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	-	-	-	-	-	-	2265.33	45.31	0.02	158.57	113.27	3.50	2265.33	45.31	0.02	158.57	113.27	3.50
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	-	-	-	-	-	-	264.75	5.30	0.02	18.53	13.24	3.50	264.75	5.30	0.02	18.53	13.24	3.50

Fuente: Edición propia, 2020.

Tabla 8. Informe Semanal de Producción - Semana 3.

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR GONZALES 1
 DIRECCION: CALLE CARLOS GONZALES 444 URBANIZACION MARANGA - SAN MIGUEL
 PERIODO DE REPORTE: 04/09/2017 al 09/09/2017
 ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
 CLIENTE: CONSTRUCTORA GARAY S.A.C
 CONTRATISTA: IRRAZABAL CONSTATISTAS Y SERVICIOS GENERALES S.A.C
 ELABORADO POR: ING. LUIS RAMIREZ

PRESUPUESTO META				ANTERIOR ACUMULADO						ISP - SEMANA 3						ACUMULADO ACTUAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO PREMEZCLADO	m3	2.74	146.73	478.34	3.26	402.11	(70.97)	0.84	119.34	196.91	1.65	327.05	(184.66)	1.66	266.07	669.99	2.46	729.16	(255.62)	1.25
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	10.70	34.88	3.26	29.32	(5.56)	0.84	5.35	8.83	1.65	14.66	(5.83)	1.66	16.05	43.71	2.46	43.98	(11.39)	1.25
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	57.20	186.47	3.26	156.76	(29.71)	0.84	28.60	47.19	1.65	78.38	(31.19)	1.66	85.80	233.66	2.46	235.13	(60.90)	1.25
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	30.70	100.08	3.26	84.13	(15.95)	0.84	42.53	70.17	1.65	116.55	(46.38)	1.66	73.23	170.26	2.46	200.69	(62.33)	1.25
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	38.81	121.26	3.26	106.36	(14.90)	0.84	37.65	62.12	1.65	103.18	(95.58)	1.66	76.46	183.38	2.46	209.54	(110.48)	1.25
01.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	9.32	30.38	3.26	25.54	(4.84)	0.84	5.21	8.60	1.65	14.28	(5.68)	1.66	14.53	38.98	2.46	39.82	(10.52)	1.25
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	901.88	1672.25	2.02	1569.27	(102.98)	1.09	359.71	442.44	1.23	620.71	(178.27)	1.41	1261.59	2114.70	1.62	2189.99	(311.00)	1.25
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	1.69	151.78	305.84	2.02	256.51	(49.33)	1.07	46.99	57.80	1.23	79.41	(21.61)	1.37	198.77	363.64	1.63	335.92	(70.94)	1.22
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	1.68	487.20	981.71	2.02	818.50	(163.21)	1.06	100.44	123.54	1.23	168.74	(45.20)	1.37	587.64	1105.25	1.63	987.24	(208.41)	1.21
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	1.72	83.23	89.89	1.08	143.16	53.27	1.59	102.82	126.47	1.23	176.85	(50.38)	1.40	186.05	216.36	1.16	320.01	2.89	1.50
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS	m2	1.79	146.43	196.76	2.02	262.11	65.35	1.13	87.32	107.40	1.23	156.30	(48.90)	1.46	233.75	304.16	1.63	418.41	16.45	1.29
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	1.78	33.24	98.06	2.95	59.17	(38.89)	0.60	22.14	27.23	1.23	39.41	(12.18)	1.45	55.38	125.29	2.09	98.58	(50.99)	1.02
03.00.00	ACERO DE REFUERZO	Kg	0.07	10775.66	430.63	0.07	754.30	239.02	2.93	6375.25	318.76	0.05	446.27	127.51	1.40	17150.91	749.40	0.05	1200.56	381.30	2.16
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	1691.96	109.98	0.07	118.44	8.46	2.07	674.95	33.75	0.05	47.25	13.50	1.40	2366.91	143.72	0.06	165.68	21.96	1.74
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	3088.40	200.75	0.07	216.19	15.44	2.07	1623.50	81.18	0.05	113.65	32.47	1.40	4711.90	281.92	0.06	329.83	47.91	1.74
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	3465.22	69.30	0.02	242.57	173.26	3.50	2668.52	133.43	0.05	186.80	53.37	1.40	6133.74	202.73	0.04	429.37	226.63	2.45
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	2265.33	45.31	0.02	158.57	113.27	3.50	1284.20	64.21	0.05	89.89	25.68	1.40	3549.53	109.52	0.04	248.46	138.95	2.45
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	264.75	5.30	0.02	18.53	13.24	3.5	124.08	6.20	0.05	8.69	2.48	1.40	388.83	11.50	0.04	27.22	15.72	2.45

Fuente: Edición propia, 2020.

Tabla 9. Informe Semanal de Producción - Semana 4.

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR GONZALES 1
 DIRECCION: CALLE CARLOS GONZALES 444 URBANIZACION MARANGA - SAN MIGUEL
 PERIODO DE REPORTE: 11/09/2017 al 16/09/2017
 ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
 CLIENTE: CONSTRUCTORA GARAY S.A.C
 CONTRATISTA: IRRAZABAL CONSTRATISTAS Y SERVICIOS GENERALES S.A.C
 ELABORADO POR: ING. LUIS RAMIREZ

PRESUPUESTO META				ANTERIOR ACUMULADO						ISP - SEMANA 4						ACUMULADO ACTUAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO Premezclado	m3	2.74	266.07	669.99	2.46	729.16	(255.62)	1.25	125.72	231.32	1.84	344.53	113.21	1.49	391.79	901.31	2.15	1073.69	219.87	1.37
01.01.00	CONCRETO Premezclado en COLUMNAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	16.05	43.71	2.46	43.98	(11.39)	1.25	9.65	17.76	1.84	26.45	8.69	1.49	25.70	61.47	2.15	70.43	10.31	1.37
01.02.00	CONCRETO Premezclado en PLACAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	85.80	233.66	2.46	235.13	(60.90)	1.25	104.10	191.54	1.84	285.28	93.74	1.49	189.90	425.20	2.15	520.42	37.01	1.37
01.03.00	CONCRETO Premezclado en VIGAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	73.23	170.26	2.46	200.69	(62.33)	1.25	8.41	15.47	1.84	23.05	7.57	1.49	81.64	185.73	2.15	223.73	54.76	1.37
01.04.00	CONCRETO Premezclado en LOSAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	76.46	183.38	2.46	209.54	(110.48)	1.25	2.35	4.32	1.84	6.44	2.12	1.49	78.81	187.70	2.15	215.98	108.36	1.37
01.01.02	CONCRETO Premezclado en ESCALERAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	14.53	38.98	2.46	39.82	(10.52)	1.25	1.21	2.23	1.84	3.32	1.09	1.49	15.74	41.21	2.15	43.14	9.43	1.37
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	1261.59	2114.70	1.62	2189.99	(311.00)	1.25	847.02	889.37	1.05	1460.96	571.59	1.65	2108.61	3004.07	1.34	3621.11	328.17	1.45
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	1.69	198.77	363.64	1.63	335.92	(70.94)	1.22	84.55	88.78	1.05	142.89	54.11	1.61	283.32	452.42	1.34	478.81	16.83	1.41
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	1.68	587.64	1105.25	1.63	987.24	(208.41)	1.21	345.87	363.16	1.05	581.06	217.90	1.60	933.51	1468.41	1.34	1568.30	9.49	1.41
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	1.72	186.05	216.36	1.16	320.01	2.89	1.50	121.53	127.61	1.05	209.03	81.43	1.64	307.58	343.97	1.10	529.04	78.54	1.57
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS	m2	1.79	233.75	304.16	1.63	418.41	16.45	1.29	274.95	288.70	1.05	492.16	203.46	1.70	508.70	592.86	1.34	910.57	187.01	1.50
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	1.78	55.38	125.29	2.09	98.58	(50.99)	1.02	20.12	21.13	1.05	35.81	14.69	1.70	75.50	146.42	1.57	134.39	36.30	1.36
03.00.00	ACERO DE REFUERZO	Kg	0.07	17150.91	749.40	0.05	1200.56	381.30	2.16	11810.79	472.43	0.04	826.76	354.32	1.75	28961.70	1221.83	0.04	2027.32	321.21	1.96
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	2366.91	143.72	0.06	165.68	21.96	1.74	1985.65	79.43	0.04	139.00	59.57	1.75	4352.56	223.15	0.05	304.68	0.15	1.75
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	4711.90	281.92	0.06	329.83	47.91	1.74	4940.42	197.62	0.04	345.83	148.21	1.75	9652.32	479.54	0.05	675.66	0.80	1.75
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	6133.74	202.73	0.04	429.37	226.63	2.45	3245.95	129.84	0.04	227.22	97.38	1.75	9379.69	332.57	0.04	656.59	129.25	2.10
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	3549.53	109.52	0.04	248.46	138.95	2.45	1284.20	51.37	0.04	89.89	38.53	1.75	4833.73	160.89	0.04	338.35	100.42	2.10
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	388.83	11.50	0.04	27.22	15.72	2.45	354.57	14.18	0.04	24.82	10.64	1.75	743.40	25.68	0.04	52.04	90.59	2.10

Fuente: Edición propia, 2020.

Tabla 10. Informe Semanal de Producción - Semana 5.

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR GONZALES 1
 DIRECCION: CALLE CARLOS GONZALES 444 URBANIZACION MARANGA - SAN MIGUEL
 PERIODO DE REPORTE: 18/09/2017 al 23/09/2017
 ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
 CLIENTE: CONSTRUCTORA GARAY S.A.C
 CONTRATISTA: IRRAZABAL CONSTRATISTAS Y SERVICIOS GENERALES S.A.C
 ELABORADO POR: ING. LUIS RAMIREZ

PRESUPUESTO META				ANTERIOR ACUMULADO						ISP - SEMANA 5						ACUMULADO ACTUAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO PREMEZCLADO	m3	2.74	391.79	901.31	2.15	1073.69	219.87	1.37	7.59	21.10	2.78	20.80	(0.30)	0.99	399.38	922.41	2.34	1094.49	219.87	1.25
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	25.70	61.47	2.15	70.43	10.31	1.37	-	-	-	-	-	-	25.70	61.47	2.15	70.43	10.31	1.37
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	189.90	425.20	2.15	520.42	37.01	1.37	-	-	-	-	-	-	189.90	425.20	2.15	520.42	37.01	1.37
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	81.64	185.73	2.15	223.73	54.76	1.37	2.98	8.28	2.78	8.17	(0.12)	0.99	84.62	194.01	2.47	231.90	54.76	1.18
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	78.81	187.70	2.15	215.98	108.36	1.37	2.97	8.26	2.78	8.14	(0.12)	0.99	81.78	195.96	2.47	224.12	108.36	1.18
01.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	15.74	41.21	2.15	43.14	9.43	1.37	1.64	4.56	2.78	4.49	(0.06)	0.99	17.38	45.77	2.47	47.63	9.43	1.18
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	2108.61	3004.07	1.34	3621.11	328.17	1.45	878.58	1080.65	1.23	1499.31	418.65	1.41	2987.19	4084.72	1.28	5120.42	328.17	1.43
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	1.69	283.32	452.42	1.34	478.81	16.83	1.41	132.28	162.70	1.23	223.55	60.85	1.37	415.60	615.12	1.29	702.36	16.83	1.39
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	1.68	933.51	1468.41	1.34	1568.30	9.49	1.41	486.69	598.63	1.23	817.64	219.01	1.37	1420.20	2067.03	1.29	2385.94	9.49	1.39
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	1.72	307.58	343.97	1.10	529.04	78.54	1.57	92.33	113.57	1.23	158.81	45.24	1.40	399.91	457.54	1.17	687.85	78.54	1.48
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS	m2	1.79	508.70	592.86	1.34	910.57	187.01	1.50	154.98	190.63	1.23	277.41	86.79	1.46	663.68	783.49	1.29	1187.99	187.01	1.48
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	1.78	75.50	146.42	1.57	134.39	36.30	1.36	12.30	15.13	1.23	21.89	6.77	1.45	87.80	161.55	1.40	156.28	36.30	1.40
03.00.00	ACERO DE REFUERZO	Kg	0.07	28961.70	1039.19	0.04	2027.32	321.21	1.96	9724.52	972.45	0.10	680.72	(291.73)	0.70	38686.22	2011.64	0.06	2390.93	321.21	1.54
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	4352.56	173.19	0.05	304.68	0.15	1.75	-	-	-	-	-	-	4352.56	173.19	0.05	304.68	0.15	1.75
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	9652.32	346.86	0.05	675.66	0.80	1.75	-	-	-	-	-	-	9652.32	346.86	0.05	675.66	0.80	1.75
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	9379.69	332.57	0.04	429.37	129.25	2.10	6825.15	682.52	0.10	477.76	(204.75)	0.70	16204.84	1015.09	0.07	907.13	129.25	1.40
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	4833.73	160.89	0.04	248.46	100.42	2.10	2145.83	214.58	0.10	150.21	(64.37)	0.70	6979.56	375.47	0.07	398.67	100.42	1.40
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	743.40	25.68	0.04	52.04	90.59	2.10	753.54	75.35	0.1	52.75	(22.61)	0.70	1496.94	101.03	0.07	104.79	90.59	1.40

Fuente: Edición propia, 2020.

Tabla 11. Informe Semanal de Producción - Semana 6.

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR GONZALES 1
 DIRECCION: CALLE CARLOS GONZALES 444 URBANIZACION MARANGA - SAN MIGUEL
 PERIODO DE REPORTE: 25/09/2017 al 30/09/2017
 ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
 CLIENTE: CONSTRUCTORA GARAY S.A.C
 CONTRATISTA: IRRAZABAL CONSTRATISTAS Y SERVICIOS GENERALES S.A.C
 ELABORADO POR: ING. LUIS RAMIREZ

PRESUPUESTO META				ANTERIOR ACUMULADO						ISP - SEMANA 6						ACUMULADO ACTUAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO PREMEZCLADO	m3	2.74	399.38	922.41	2.34	1094.49	219.87	1.26	1.04	2.89	0.93	2.85	(0.30)	0.33	400.42	925.30	2.37	1097.34	219.87	1.24
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	25.70	61.47	2.15	70.43	10.31	1.37	-	-	-	-	-	-	25.70	61.47	2.15	70.43	10.31	1.37
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	189.90	425.20	2.15	520.42	37.01	1.37	-	-	-	-	-	-	189.90	425.20	2.15	520.42	37.01	1.37
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	84.62	194.01	2.47	231.90	54.76	1.18	-	-	-	-	-	-	84.62	194.01	2.47	231.90	54.76	1.18
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	81.78	195.96	2.47	224.12	108.36	1.18	-	-	-	-	-	-	81.78	195.96	2.47	224.12	108.36	1.18
01.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS f'c=210 Kg/cm2	m3	2.74	17.38	45.77	2.47	47.63	9.43	1.18	1.04	2.89	2.78	2.85	(0.06)	0.99	18.42	48.66	2.63	50.48	9.43	1.08
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	2987.19	4084.72	1.28	5120.42	328.17	1.43	220.98	448.59	2.03	389.57	-59.02	0.52	3208.17	4533.31	1.51	5509.98	328.17	1.25
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	1.69	415.60	615.12	1.29	702.36	16.83	1.39	-	-	-	-	-	-	415.60	615.12	1.29	702.36	16.83	1.39
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	1.68	1420.20	2067.03	1.29	2385.94	9.49	1.39	-	-	-	-	-	-	1420.20	2067.03	1.29	2385.94	9.49	1.39
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	1.72	399.91	457.54	1.17	687.85	78.54	1.48	84.53	171.60	2.03	145.39	-26.20	0.85	484.44	629.13	1.60	833.24	78.54	1.16
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS	m2	1.79	663.68	783.49	1.29	1187.99	187.01	1.48	129.58	263.05	2.03	231.95	-31.10	0.88	793.26	1046.53	1.66	1419.94	187.01	1.18
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	1.78	87.80	161.55	1.40	156.28	36.30	1.40	6.87	13.95	2.03	12.23	-1.72	0.88	94.67	175.50	1.72	168.51	36.30	1.14
03.00.00	ACERO DE REFUERZO	Kg	0.07	38686.22	2011.64	0.06	2390.93	321.21	1.54	-	-	-	-	-	-	38686.22	2011.64	0.06	2390.93	321.21	1.54
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	4352.56	173.19	0.05	304.68	0.15	1.75	-	-	-	-	-	-	4352.56	173.19	0.05	304.68	0.15	1.75
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	9652.32	346.86	0.05	675.66	0.80	1.75	-	-	-	-	-	-	9652.32	346.86	0.05	675.66	0.80	1.75
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	16204.84	1015.09	0.07	907.13	129.25	1.40	-	-	-	-	-	-	16204.84	1015.09	0.07	907.13	129.25	1.40
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	6979.56	375.47	0.07	398.67	100.42	1.40	-	-	-	-	-	-	6979.56	375.47	0.07	398.67	100.42	1.40
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS fy=4200 Kg/cm2	Kg	0.07	1496.94	101.03	0.07	104.79	90.59	1.40	-	-	-	-	-	-	1496.94	101.03	0.07	104.79	90.59	1.40

Fuente: Edición propia, 2020.

3.3.4. Curvas de productividad

Las curvas de productividad que se mostrarán a continuación, se han obtenido de los informes semanales de producción, para graficar los rendimientos del presupuesto, detallando los rendimientos por semana según el presupuesto para el informe semanal mencionada anteriormente. A continuación, las siguientes tablas 12, 13 y 14; mostrarán las gráficas de curvas de productividad según las partidas de concreto, encofrado / desencofrado y acero.

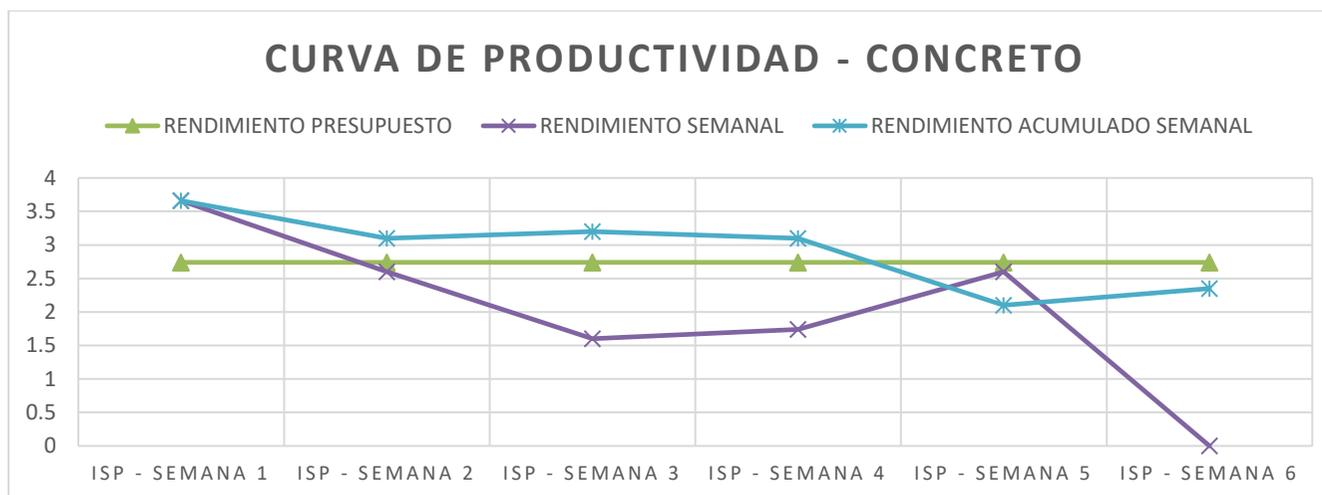
3.3.5. Ingreso de datos de cuadrilla

Para realizar el análisis de una partida en específico, se elabora una tabla de información donde corresponde al ingreso de datos de la cuadrilla designada, en el cual se considera los siguientes datos: Nombre de la actividad, periodo de medición, recurso de mano de obra, descripción de la actividad, rendimiento y seguridad en el trabajo. A continuación, se mostrarán los informes realizados para las partidas de acero, concreto y encofrado/densofrado. Ver la Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17.

Tabla 12. Curva de productividad / partida de concreto.

Partida: Concreto
Período de reporte: 21/08/2017 al 30/09/2017

PARTIDA DE CONCRETO				
FECHA	DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO PRESUPUESTO	RENDIMIENTO SEMANAL	RENDIMIENTO ACUMULADO SEMANAL
26/08/2017	ISP - SEMANA 1	2.74	3.66	3.66
2/09/2017	ISP - SEMANA 2	2.74	2.60	3.10
9/09/2017	ISP - SEMANA 3	2.74	1.60	3.20
16/09/2017	ISP - SEMANA 4	2.74	1.74	3.10
23/09/2017	ISP - SEMANA 5	2.74	2.60	2.10
30/09/2017	ISP - SEMANA 6	2.74	0.00	2.35

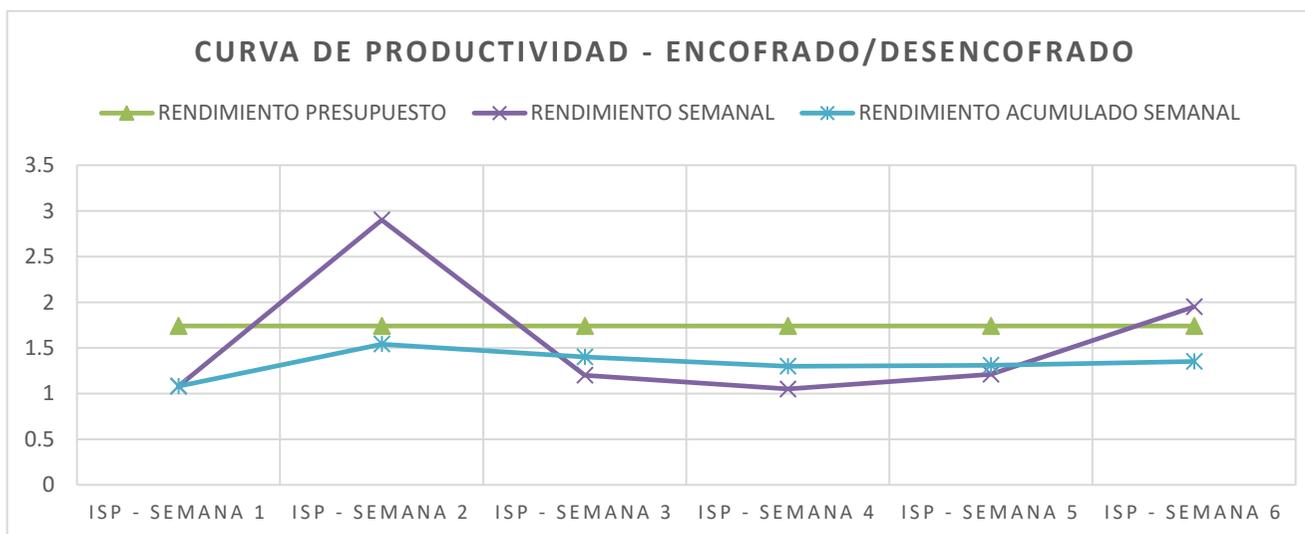


Fuente: Edición propia, 2020.

Tabla 13. Curva de productividad - Encofrado / desencofrado.

Partida: Encofrado / desencofrado
21/08/2017 al
Periodo de reporte: 30/09/2017

PARTIDA DE ENCOFRADO / DESENCOFRADO				
FECHA	DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO PRESUPUESTO	RENDIMIENTO SEMANAL	RENDIMIENTO ACUMULADO SEMANAL
26/08/2017	ISP - SEMANA 1	1.74	1.08	1.08
2/09/2017	ISP - SEMANA 2	1.74	2.90	1.54
9/09/2017	ISP - SEMANA 3	1.74	1.20	1.40
16/09/2017	ISP - SEMANA 4	1.74	1.05	1.30
23/09/2017	ISP - SEMANA 5	1.74	1.21	1.31
30/09/2017	ISP - SEMANA 6	1.74	1.95	1.35

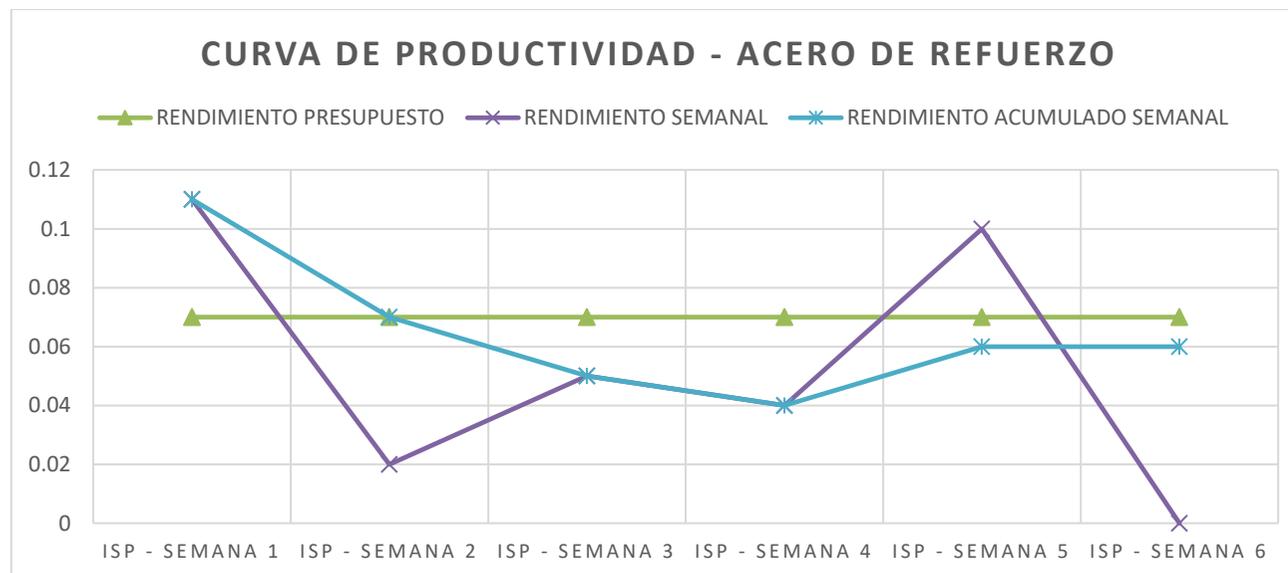


Fuente: Edición propia, 2020.

Tabla 14. Curva de productividad – Acero de refuerzo.

Partida: Acero de refuerzo
21/08/2017 al
Periodo de reporte: 30/09/2017

PARTIDA DE ACERO DE REFUERZO				
FECHA	DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO PRESUPUESTO	RENDIMIENTO SEMANAL	RENDIMIENTO ACUMULADO SEMANAL
26/08/2017	ISP - SEMANA 1	0.07	0.11	0.11
2/09/2017	ISP - SEMANA 2	0.07	0.02	0.07
9/09/2017	ISP - SEMANA 3	0.07	0.05	0.05
16/09/2017	ISP - SEMANA 4	0.07	0.04	0.04
23/09/2017	ISP - SEMANA 5	0.07	0.10	0.06
30/09/2017	ISP - SEMANA 6	0.07	0.00	0.06



Fuente: Edición propia, 2020.

Tabla 15. Ingreso de datos de la cuadrilla de acero. Antes de aplicar Lean Construction.

INGRESO DE DATOS DE LA CUADRILLA DE ACERO DE REFUERZO	
ACERO DE REFUERZO $F_y=4200$ kg/cm² - COLUMNA/PLACA	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	
PERIODO DE MEDICIÓN:	Las partidas consideradas en el presente trabajo son a partir del techo del semisótano, empalmando los refuerzos de acero para las siguientes columnas y placas.
RECURSO MANO DE OBRA:	Los recursos considerados en la mano de obra están conformados por la siguiente cuadrilla real: 0.30 ma + 7 Ope + 5 Pe; donde "ma" es maestro de obra, "Ope" es operario, "pe" es peón.
DESCRIPCIÓN:	La partida de acero considera las siguientes actividades: acarreo de materiales (acero y alambres), habilitación de acero (corte y dobléz) y colocación de acero de refuerzo.
REDNIMIENTO:	Con respecto al rendimiento obtenemos la producción de los informes semanales de producción que se detallan en las tablas 6, 7, 8, 9, 10 y 11. Los recursos de mano de obra reales de la cuadrilla. Estos son las siguientes: producción = 1400 kg, Recurso mano de obra = 80.00 HH, Rendimiento = 0.06 HH/kg.
SEGURIDAD EN EL TRABAJO	Con respecto a la seguridad está a cargo un supervisor de SSOMA que tiene como función hacer aplicar los protocolos de seguridad, exigir al personal que usen su epp (equipo de protección personal) que consiste en el uso de casco, lentes de seguridad, barbiquejo, guantes de seguridad, uniforme en buen estado, botas de seguridad y arnés siempre en cuando trabajen en altura. Así como también verificar que los andamios que usen sean normados y cuenten con línea de vida.

Fuente: Edición propia.

Para realizar el análisis en la partida de concreto, se mostrará en la siguiente tabla el ingreso de datos de la cuadrilla designada, en el cual se detallan los siguientes datos: Nombre de la actividad, periodo de medición, mano de obra, descripción de la actividad, rendimiento y seguridad en el trabajo. Ver (Tabla 16).

Tabla 16. Ingreso de datos de la cuadrilla de concreto. Antes de aplicar Lean Construction.

INGRESO DE DATOS DE LA CUADRILLA DE CONCRETO	
CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm² - COLUMNA/PLACA	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	
PERIODO DE MEDICIÓN:	Las partidas consideradas en el presente trabajo son a partir del techo del semisótano. Esta partida inicia después de culminada el encofrado en el sector 1.
RECURSO MANO DE OBRA:	Los recursos considerados en la mano de obra están conformados por la siguiente cuadrilla real: 0.25 ma + 2 Ope + 2 Ofi + 1 Pe; donde "ma" es maestro de obra, "Ope" es operario, "Ofi" es oficial y "pe" es peón.
DESCRIPCIÓN:	La partida de concreto premezclado F'c= 210 kg/cm ² , se realiza con bomba tipo pluma para columnas y placas.
REDNIMIENTO:	Con respecto al rendimiento obtenemos la producción de los informes semanales de producción que se detallan en las tablas 6, 7, 8, 9, 10 y 11. Los recursos de mano de obra reales de la cuadrilla. Estos son las siguientes: producción = 16 m ³ , Recurso mano de obra = 32.00 HH, Rendimiento = 2.00 HH/m ³ .
SEGURIDAD EN EL TRABAJO	Con respecto a la seguridad está a cargo un supervisor de SSOMA que tiene como función hacer aplicar los protocolos de seguridad, exigir al personal que usen su epp (equipo de protección personal) que consiste en el uso de casco, lentes de seguridad, barbiquejo, guantes de seguridad, uniforme en buen estado, botas de seguridad y arnés siempre en cuando trabajen en altura. Así como también verificar que los andamios que usen sean normados y cuenten con línea de vida.

Fuente: Edición propia.

Para realizar el análisis en la partida de encofrado, se mostrará en la siguiente tabla el ingreso de datos de la cuadrilla designada, en el cual se detallan los siguientes datos: Nombre de la actividad, periodo de medición, mano de obra, descripción de la actividad, rendimiento y seguridad en el trabajo. Ver (Tabla 17).

Tabla 17. Ingreso de datos de la cuadrilla de encofrado. Antes de aplicar Lean Construction.

INGRESO DE DATOS DE LA CUADRILLA DE ENCOFRADO	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENCOFRADO / DESENCOFRADO - COLUMNA/PLACA
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	
PERIODO DE MEDICIÓN:	Las partidas consideradas en el presente trabajo son a partir del techo del semisótano. Esta partida inicia después de culminada el armado de acero de refuerzo en columnas y placas señalados en el sector 1.
RECURSO MANO DE OBRA:	Los recursos considerados en la mano de obra están conformados por la siguiente cuadrilla real: 0.30 ma + 7 Ope + 5 Pe; donde "ma" es maestro de obra, "Ope" es operario y "pe" es peón.
DESCRIPCIÓN:	La partida de encofrado en columnas y placas, se realiza con paneles de fenólicos y puntales de acero.
RENDIMIENTO:	Con respecto al rendimiento obtenemos la producción de los informes semanales de producción que se detallan en las tablas 6, 7, 8, 9, 10 y 11. Los recursos de mano de obra reales de la cuadrilla. Estos son las siguientes: producción = 92.40 m ² , Recurso mano de obra = 160.00 HH, Rendimiento = 1.73 HH/m ² .
SEGURIDAD EN EL TRABAJO	Con respecto a la seguridad está a cargo un supervisor de SSOMA que tiene como función hacer aplicar los protocolos de seguridad, exigir al personal que usen su epp (equipo de protección personal) que consiste en el uso de casco, lentes de seguridad, barbiquejo, guantes de seguridad, uniforme en buen estado, botas de seguridad y arnés siempre en cuando trabajen en altura. Así como también verificar que los andamios que usen sean normados y cuenten con línea de vida.

Fuente: Edición propia

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. RESULTADO 1:

Analizaremos la variación de cada subpartida correspondientes a las partidas de concreto, encofrado/desencofrado y acero, en cada semana de producción de las cuales los informes han sido realizados para un periodo de 6 semanas. Para mostrar la variación de cada subpartida realizaremos tablas de resultados con los datos de PARCIAL (HH) y REAL (HH) obtenidos de cada informe semanal. A continuación, se realizarán las siguientes tablas con fin demostrativo.

Tabla 18. Variación de HH, según el informe semanal de producción – Semana 1 (concreto - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS F'c=210 Kg/cm2	70.42	20.17	50.25

En la Tabla 18 se puede observar el valor meta de 70.42 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 20.17 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 50.25 horas hombre.

Tabla 19. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (concreto - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS F'c=210 Kg/cm2	520.33	107.82	412.51

En la Tabla 19 se puede observar el valor meta de 520.33 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 107.82 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 412.51 horas hombre.

Tabla 20. Variación de HH, según el informe semanal de producción – Semana 1 (concreto - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=210 Kg/cm2	231.86	57.87	173.99

En la Tabla 20 se puede observar el valor meta de 231.86 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 57.87 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 173.99 horas hombre.

Tabla 21. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (concreto - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS F'c=210 Kg/cm2	224.08	53.72	170.36

En la Tabla 21 se puede observar el valor meta de 224.08 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 53.72 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 170.36 horas hombre.

Tabla 22. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (concreto - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS F'c=210 Kg/cm2	50.47	17.57	32.90

En la Tabla 22 se puede observar el valor meta de 50.47 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 17.57 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 32.90 horas hombre.

Tabla 23. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (encofrado - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.01.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNAS F'c=210 Kg/cm ²	702.36	81.96	620.40

En la Tabla 23 se puede observar el valor meta de 702.36 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 81.96 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 620.40 horas hombre.

Tabla 24. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (encofrado - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.02.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN PLACAS F'c=210 Kg/cm ²	2385.94	263.09	2122.85

En la Tabla 24 se puede observar el valor meta de 2385.94 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 263.09 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 2122.85 horas hombre.

Tabla 25. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (encofrado - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.03.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS F'c=210 Kg/cm ²	833.24	89.89	743.35

En la Tabla 25 se puede observar el valor meta de 833.24 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 89.89 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 743.35 horas hombre.

Tabla 26. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (encofrado - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.04.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS F'c=210 Kg/cm2	1419.94	135.84	1284.10

En la Tabla 26 se puede observar el valor meta de 1419.94 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 135.84 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 1284.10 horas hombre.

Tabla 27. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (acero - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS Fy=4200 Kg/cm2	304.68	93.06	211.62

En la Tabla 27 se puede observar el valor meta de 304.68 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 93.06 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 211.62 horas hombre.

Tabla 28. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 1 (acero - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS Fy=4200 Kg/cm2	675.66	169.86	505.80

En la Tabla 28 se puede observar el valor meta de 675.66 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 169.86 obtenida del acumulado actual de la semana 1, dando como resultado una variación de 505.80 horas hombre.

Tabla 29. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (concreto - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS F'c=210 Kg/cm2	70.42	34.88	35.54

En la Tabla 29 se puede observar el valor meta de 70.42 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 34.88 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 35.54 horas hombre.

Tabla 30. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (concreto - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS F'c=210 Kg/cm2	520.33	186.47	333.86

En la Tabla 30 se puede observar el valor meta de 520.33 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 186.47 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 333.86 horas hombre.

Tabla 31. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (concreto - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=210 Kg/cm2	231.86	100.08	131.78

En la Tabla 31 se puede observar el valor meta de 231.86 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 100.08 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 131.78 horas hombre.

Tabla 32. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (concreto - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS F'c=210 Kg/cm ²	224.08	121.26	102.82

En la Tabla 32 se puede observar el valor meta de 224.08 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 121.26 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 102.82 horas hombre.

Tabla 33. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (concreto - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS F'c=210 Kg/cm ²	50.47	30.38	20.09

En la Tabla 33 se puede observar el valor meta de 50.47 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 30.38 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 20.09 horas hombre.

Tabla 34. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (encofrado - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.01.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNAS F'c=210 Kg/cm ²	702.36	305.84	396.52

En la Tabla 34 se puede observar el valor meta de 702.36 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 305.84 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 396.52 horas hombre.

Tabla 35. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (encofrado - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.02.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN PLACAS F'c=210 Kg/cm2	2385.94	981.71	1404.23

En la Tabla 35 se puede observar el valor meta de 2385.94 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 981.71 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 1404.23 horas hombre.

Tabla 36. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (encofrado - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.03.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS F'c=210 Kg/cm2	833.24	89.89	743.35

En la Tabla 36 se puede observar el valor meta de 833.24 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 89.89 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 743.35 horas hombre. La variación en esta subpartida fue igual tanto en la primera semana como en la segunda semana.

Tabla 37. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (encofrado - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.04.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS F'c=210 Kg/cm2	1419.94	135.84	1284.10

En la Tabla 37 se puede observar el valor meta de 1419.94 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 135.84 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 1284.10 horas hombre.

Tabla 38. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (encofrado - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.05.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ESCALERAS F'c=210 Kg/cm2	168.51	98.06	70.45

En la Tabla 38 se puede observar el valor meta de 168.51 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 98.06 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 70.45 horas hombre.

Tabla 39. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (acero - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS Fy=4200 Kg/cm2	304.68	109.98	194.70

En la Tabla 39 se puede observar el valor meta de 304.68 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 109.98 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 194.70 horas hombre.

Tabla 40. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (acero - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS Fy=4200 Kg/cm2	675.66	200.75	474.91

En la Tabla 40 se puede observar el valor meta de 675.66 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 200.75 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 474.91 horas hombre.

Tabla 41. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (acero - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS Fy=4200 Kg/cm2	1134.34	69.30	1065.04

En la Tabla 41 se puede observar el valor meta de 1134.34 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 69.30 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 1065.04 horas hombre.

Tabla 42. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (acero - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS Fy=4200 Kg/cm2	488.57	45.31	443.26

En la Tabla 42 se puede observar el valor meta de 488.57 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 45.31 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 443.26 horas hombre.

Tabla 43. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 2 (acero - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS Fy=4200 Kg/cm2	104.79	5.30	99.49

En la Tabla 43 se puede observar el valor meta de 104.79 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 5.30 obtenida del acumulado actual de la semana 2, dando como resultado una variación de 99.49 horas hombre.

Tabla 44. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (concreto - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS F'c=210 Kg/cm2	70.42	43.71	26.71

En la Tabla 44 se puede observar el valor meta de 70.42 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 43.71 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 26.71 horas hombre.

Tabla 45. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (concreto - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS F'c=210 Kg/cm2	520.33	233.66	286.67

En la Tabla 45 se puede observar el valor meta de 520.33 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 233.66 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 286.67 horas hombre.

Tabla 46. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (concreto - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=210 Kg/cm2	231.86	170.26	61.60

En la Tabla 46 se puede observar el valor meta de 231.86 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 170.26 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 61.60 horas hombre.

Tabla 47. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (concreto - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS F'c=210 Kg/cm ²	224.08	183.38	40.70

En la Tabla 47 se puede observar el valor meta de 224.08 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 183.38 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 40.70 horas hombre.

Tabla 48. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (concreto - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS F'c=210 Kg/cm ²	50.47	38.98	11.49

En la Tabla 48 se puede observar el valor meta de 50.47 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 38.98 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 11.49 horas hombre.

Tabla 49. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (encofrado - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.01.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNAS	702.36	363.64	338.72

En la Tabla 49 se puede observar el valor meta de 702.36 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 363.64 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 338.72 horas hombre.

Tabla 50. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (encofrado - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.02.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN PLACAS	2385.94	1105.25	1280.69

En la Tabla 50 se puede observar el valor meta de 2385.94 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 1105.25 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 1280.69 horas hombre.

Tabla 51. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (encofrado - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.03.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS	833.24	216.36	616.88

En la Tabla 51 se puede observar el valor meta de 833.24 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 216.36 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 616.88 horas hombre.

Tabla 52. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (encofrado - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.04.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS	1419.94	304.16	1115.78

En la Tabla 52 se puede observar el valor meta de 1419.94 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 304.16 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 1115.78 horas hombre.

Tabla 53. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (encofrado - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.05.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ESCALERAS	168.51	125.29	43.22

En la Tabla 53 se puede observar el valor meta de 168.51 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 125.29 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 43.22 horas hombre.

Tabla 54. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (acero - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS $F_y=4200$ kg/cm ²	304.68	143.72	160.96

En la Tabla 54 se puede observar el valor meta de 304.68 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 143.72 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 160.96 horas hombre.

Tabla 55. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (acero - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS $F_y=4200$ kg/cm ²	675.66	281.92	393.74

En la Tabla 55 se puede observar el valor meta de 675.66 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 281.92 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 393.74 horas hombre.

Tabla 56. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (acero - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS Fy=4200 kg/cm2	1134.34	202.73	931.61

En la Tabla 56 se puede observar el valor meta de 1134.34 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 202.73 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 931.61 horas hombre.

Tabla 57. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (acero - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS Fy=4200 kg/cm2	488.57	109.52	379.05

En la Tabla 57 se puede observar el valor meta de 488.57 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 109.52 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 379.05 horas hombre.

Tabla 58. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 3 (acero - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS Fy=4200 kg/cm2	104.79	11.50	93.29

En la Tabla 58 se puede observar el valor meta de 104.79 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 11.50 obtenida del acumulado actual de la semana 3, dando como resultado una variación de 93.29 horas hombre.

Tabla 59. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (concreto - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS F'c=210 kg/cm2	70.42	61.47	8.95

En la Tabla 59 se puede observar el valor meta de 70.42 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 61.47 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 8.95 horas hombre.

Tabla 60. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (concreto - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS F'c=210 kg/cm2	520.33	425.20	95.13

En la Tabla 60 se puede observar el valor meta de 520.33 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 425.20 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 95.13 horas hombre.

Tabla 61. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (concreto - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=210 kg/cm2	231.86	185.73	46.13

En la Tabla 61 se puede observar el valor meta de 231.86 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 185.73 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 46.13 horas hombre.

Tabla 62. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (concreto - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS F'c=210 kg/cm2	224.08	187.70	36.38

En la Tabla 62 se puede observar el valor meta de 224.08 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 187.70 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 36.38 horas hombre.

Tabla 63. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (concreto - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS F'c=210 kg/cm2	50.47	41.21	9.26

En la Tabla 63 se puede observar el valor meta de 50.47 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 41.21 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 9.26 horas hombre.

Tabla 64. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (encofrado - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.01.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE COLUMNAS	702.36	452.42	249.94

En la Tabla 64 se puede observar el valor meta de 702.36 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 452.42 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 249.94 horas hombre.

Tabla 65. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (encofrado - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	2385.94	1468.41	917.53

En la Tabla 65 se puede observar el valor meta de 2385.94 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 1468.41 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 917.53 horas hombre.

Tabla 66. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (encofrado - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	833.24	343.97	489.27

En la Tabla 66 se puede observar el valor meta de 833.24 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 343.97 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 489.27 horas hombre.

Tabla 67. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (encofrado - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS	1419.94	592.86	827.08

En la Tabla 67 se puede observar el valor meta de 1419.94 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 592.86 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 827.08 horas hombre.

Tabla 68. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (encofrado - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.05.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE ESCALERAS	168.51	146.42	22.09

En la Tabla 68 se puede observar el valor meta de 168.51 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 146.42 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 22.09 horas hombre.

Tabla 69. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (acero - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS $F'c=210$ kg/cm ²	304.68	223.15	81.53

En la Tabla 69 se puede observar el valor meta de 304.68 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 223.15 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 81.53 horas hombre.

Tabla 70. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (acero - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS $F'c=210$ kg/cm ²	675.66	479.54	196.12

En la Tabla 70 se puede observar el valor meta de 675.66 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 479.54 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 196.12 horas hombre.

Tabla 71. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (acero - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS F'c=210 kg/cm2	1134.34	332.57	801.77

En la Tabla 71 se puede observar el valor meta de 1134.34 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 332.57 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 801.77 horas hombre.

Tabla 72. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (acero - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS F'c=210 kg/cm2	488.57	160.89	327.89

En la Tabla 72 se puede observar el valor meta de 488.57 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 160.89 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 327.89 horas hombre.

Tabla 73. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 4 (acero - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS F'c=210 kg/cm2	104.79	25.68	79.11

En la Tabla 73 se puede observar el valor meta de 104.79 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 25.68 obtenida del acumulado actual de la semana 4, dando como resultado una variación de 79.11 horas hombre.

Tabla 74. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (concreto - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS F'c=210 kg/cm ²	70.42	61.47	8.95

En la Tabla 74 se puede observar el valor meta de 70.42 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 61.47 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 8.95 horas hombre.

Tabla 75. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (concreto - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS F'c=210 kg/cm ²	520.33	425.20	95.13

En la Tabla 75 se puede observar el valor meta de 520.33 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 425.20 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 95.13 horas hombre.

Tabla 76. Variación de HH, según el informe semanal de producción -Semana 5 (concreto - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=210 kg/cm ²	231.86	194.01	37.85

En la Tabla 76 se puede observar el valor meta de 231.86 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 194.01 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 37.85 horas hombre.

Tabla 77. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (concreto - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS F'c=210 kg/cm2	224.08	195.96	28.12

En la Tabla 77 se puede observar el valor meta de 224.08 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 195.96 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 28.12 horas hombre.

Tabla 78. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (concreto - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS F'c=210 kg/cm2	50.47	45.77	4.7

En la Tabla 78 se puede observar el valor meta de 50.47 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 45.77 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 4.7 horas hombre.

Tabla 79. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (encofrado - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.01.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNAS	702.36	615.12	87.24

En la Tabla 79 se puede observar el valor meta de 702.36 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 615.12 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 87.24 horas hombre.

Tabla 80. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (encofrado - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.02.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN PLACAS	2385.94	2067.03	318.91

En la Tabla 80 se puede observar el valor meta de 2385.94 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 2067.03 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 318.91 horas hombre.

Tabla 81. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (encofrado - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.03.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS	833.24	457.54	375.70

En la Tabla 81 se puede observar el valor meta de 833.24 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 457.54 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 375.70 horas hombre.

Tabla 82. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (encofrado - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.04.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS	1419.94	783.49	636.45

En la Tabla 82 se puede observar el valor meta de 1419.94 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 783.49 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 636.45 horas hombre.

Tabla 83. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (encofrado - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
02.05.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ESCALERAS	168.51	161.55	6.96

En la Tabla 83 se puede observar el valor meta de 168.51 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 161.55 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 6.96 horas hombre.

Tabla 84. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (acero - columnas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS $F_y=4200$ kg/cm ²	304.68	173.19	131.49

En la Tabla 84 se puede observar el valor meta de 304.68 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 173.19 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 131.49 horas hombre.

Tabla 85. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (acero - placas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS $F_y=4200$ kg/cm ²	675.66	346.86	328.80

En la Tabla 85 se puede observar el valor meta de 675.66 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 346.86 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 328.80 horas hombre.

Tabla 86. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (acero - vigas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS Fy=4200 kg/cm2	1134.34	1015.09	119.25

En la Tabla 86 se puede observar el valor meta de 1134.34 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 1015.09 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 119.25 horas hombre.

Tabla 87. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (acero - losas).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS Fy=4200 kg/cm2	488.57	375.47	113.10

En la Tabla 87 se puede observar el valor meta de 488.57 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 375.47 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 113.10 horas hombre.

Tabla 88. Variación de HH, según el informe semanal de producción - Semana 5 (acero - escaleras).

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS Fy=4200 kg/cm2	104.79	101.03	3.76

En la Tabla 88 se puede observar el valor meta de 104.79 obtenido de la Tabla 4 y el valor real de 101.03 obtenida del acumulado actual de la semana 5, dando como resultado una variación de 3.76 horas hombre.

Analizando los datos de las partidas tomadas del presupuesto para el informe semanal de producción mencionado en la Tabla 4, podemos obtener los datos PARCIAL (HH) de las partidas resúmenes de concreto, encofrado/desencofrado y acero. Para obtener los datos REAL (HH) lo obtenemos del informe semanal de producción correspondiente a la semana 6 mencionado en la Tabla 11. A continuación se mostrará la siguiente tabla:

Tabla 89. Variación de HH, según los informes semanales de producción.

ITEM	DESCRIPCION	META(HH)	REAL(HH)	VAR(HH)
01.00.00	CONCRETO PREMEZCLADO	1097.15	925.30	171.85
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS F'c=210 kg/cm ²	70.42	61.47	8.95
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS F'c=210 kg/cm ²	520.33	425.20	95.13
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=210 kg/cm ²	231.86	194.01	37.85
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSAS F'c=210 kg/cm ²	224.08	195.96	28.12
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS F'c=210 kg/cm ²	50.47	48.66	1.81
02.00.00	ENCOFRADO/DESENCOFRADO	5509.98	4533.31	976.67
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	702.36	615.12	87.24
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	2385.94	2067.03	318.91
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	833.24	629.13	204.11
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS	1419.94	1046.53	373.41
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	168.51	175.50	-6.99
03.00.00	ACERO DE REFUERZO	2708.04	2011.64	696.40
03.01.00	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS F _y =4200 kg/cm ²	304.68	173.19	131.49
03.02.00	ACERO DE REFUERZO EN PLACAS F _y =4200 kg/cm ³	675.66	346.86	328.80
03.03.00	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS F _y =4200 kg/cm ⁴	1134.34	1015.09	119.25
03.04.00	ACERO DE REFUERZO EN LOSAS F _y =4200 kg/cm ⁵	488.57	375.47	113.10
03.05.00	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERAS F _y =4200 kg/cm ⁶	104.79	101.03	3.76
TOTAL, DE HORAS HOMBRE				1844.92

Fuente: Edición propia.

En la Tabla 89 podemos apreciar que existe una variación de producción de la mano de obra, ya que, hay se visualiza un ahorro total de 1,844.92 HH (horas hombre), que corresponden a las actividades ejecutadas en los 5 pisos del proyecto. Esta variación genera directamente un ahorro considerable con respecto a la inversión designada en el recurso de mano de obra para el presupuesto general del proyecto.

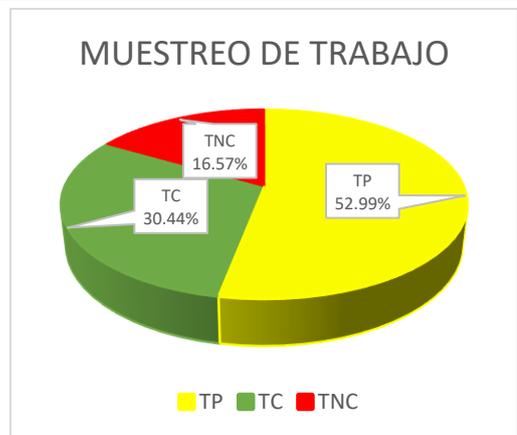
A continuación, analizaremos los resultados obtenidos de cada carta balance antes de aplicar Lean Construction, así como también el nivel general de actividades de las partidas de acero, concreto y encofrado. Luego se planteará una propuesta de mejora, para minimizar los trabajos no contributivos (TNC).

Tabla 90. Carta balance de la cuadrilla de acero. Datos antes de aplicar Lean Construction.

CARTA BALANCE - PARTIDA DE ARMADO DE ACERO												
ACERO Fy=4200 kg/cm - COLUMNA / PLACA												
TIEMPO (minutos)	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Operario 5	Operario 6	Operario 7	Peon 1	Peon 2	Peon 3	Peon 4	Peon 5
08:00	I	I	I	I	MC	MC	MC	AV	AV	AV	AV	AV
08:15	AH	AH	AH	AH	AV	AV	AV	AV	AV	AH	AH	AH
08:30	AH	AH	AH	AH	I	I	I	E	E	E	E	E
08:45	CA	CA	CA	CA	SH	DA	DA	AH	AH	AH	AH	AH
09:00	CA	CA	CA	CA	DA	DA	DA	AH	AH	AH	AH	AH
09:15	SH	CA	CA	SH	CA	CA	CA	AV	AV	AH	AH	AH
09:30	DA	DA	DA	RV	RV	SH	E	E	E	E	E	E
09:45	RV	SH	RV	RH	RH	RH	RH	AV	AV	AV	AV	AV
10:00	SH	RV	RV	RH	RH	RH	RH	RV	RV	RV	RV	RV
10:15	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	SH	RH	RH	RH	RH
10:30	RH	RH	SH	RH	RH	RH	RH	DA	DA	DA	DA	DA
10:45	RH	RH	RH	RH	SH	RH	RH	DA	DA	DA	DA	DA
11:00	RH	RH	RH	RH	RV	RV	RV	AA	AA	SH	DA	DA
11:15	RV	RV	RV	E	RH	RH	RH	SH	AA	AA	AA	AA
11:30	RV	RV	RV	RH	RH	E	RH	AA	AA	AA	SH	AA
11:45	RH	T	E	RH	T	RH	RH	AH	SH	AH	AH	AH
12:00	T	RH	RH	RH	RH	RH	E	RH	RH	RH	RH	SH
ALMUERZO												
13:00	RH	E	T	RH	RH	RH	RH	T	CA	CA	SH	T
13:15	RH	RH	RH	RH	RH	SH	RH	AV	CA	CA	DA	AV
13:30	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	AV	DA	DA	DA	AV
13:45	MC	MC	MC	T	I	I	I	AV	AH	AH	AH	AV
14:00	RV	RV	RV	MC	MC	MC	MC	AV	AH	AH	AH	AV
14:15	RV	RV	RV	RH	E	RH	RH	AV	AH	AH	AH	AV
14:30	RH	T	RH	RH	RH	RH	RH	AV	AH	T	AH	AV
14:45	RH	RH	SH	RV	SH	RV	RH	RH	RH	RH	RH	RH
15:00	RH	RH	RV	RV	RV	T	CA	CA	CA	CA	CA	CA
15:15	MC	MC	RH	RH	RH	RH	DA	DA	SH	DA	DA	DA
15:30	SH	RH	RH	SH	RH	RH	DA	DA	RV	DA	DA	DA
15:45	RV	RH	RH	RH	RH	RH	SH	RV	RV	RH	SH	RH
16:00	RV	SH	RH	RH	RH	RH	AH	AH	AH	AV	AV	AV
16:15	RV	RV	RV	RV	SH	CA	AH	AH	AH	AV	AV	SH
16:30	RH	RH	RH	T	DA	DA	AH	AH	AH	SH	AV	AV
16:45	RH	RH	RH	RH	RH	RH	AH	SH	T	AH	AV	AV
17:00	RH	RH	RH	RH	RH	RH	AH	AH	AH	AH	AV	AV

CLASIFICACION DE TRABAJOS

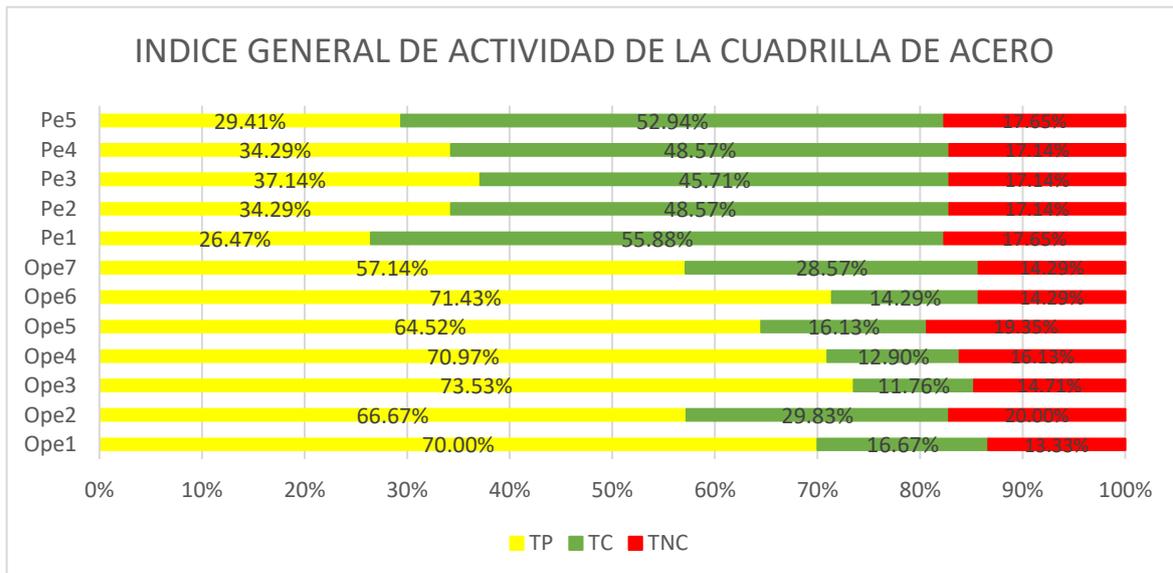
SH	Uso de servicios higienicos	TNC
E	Espera	
RE	Refrigerio	
T	Transito improductivo	
AA	Armado de andamios	TC
AH	Acarreo horizontal de materiales	
AV	Acarreo vertical de materiales	
I	Indicaciones	TP
MC	Mediciones en campo	
RV	Colocacion de acero vertical	
RH	Colocacion de acero horizontal	
CA	Corte de acero	
DA	Doblez de acero	



Fuente: Edición propia.

Tabla 91. Nivel general de actividad de la cuadrilla de acero. Datos antes de aplicar Lean Construction.

ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA DE ACERO																	
PARTIDA DE ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ² - COLUMNA/PLACA																	
TIPO	ACTIVIDAD	Ope1	Ope2	Ope3	Ope4	Ope5	Ope6	Ope7	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	CANTIDAD	%TOTAL	%TRABAJO	%
TP	RV	7	5	3	3	3	2	1	2	3	1	1	1	32	8.02%	15.14%	52.99%
	RH	11	11	18	17	15	18	13	2	3	4	3	3	118	29.57%	55.81%	
	CA	2	3	3	2	1	2	2	1	3	3	1	1	24	6.02%	11.35%	
	DA	1	1	1	0	1	3	4	4	3	5	7	5	35	8.77%	16.55%	
	Subtotal%	70.00%	66.67%	73.53%	70.97%	64.52%	71.43%	57.14%	26.47%	34.29%	37.14%	34.29%	29.41%				
TC	AA	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	1	2	10	2.51%	8.23%	30.44%
	AH	2	2	2	2	0	0	5	7	10	10	9	5	54	13.53%	44.45%	
	AV	0	0	0	0	1	1	1	10	4	4	7	11	39	9.77%	32.11%	
	I	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	10	2.51%	8.23%	
	MC	2	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	11	2.76%	9.06%	
Subtotal%	16.67%	13.33%	11.76%	12.90%	16.13%	14.29%	28.57%	55.88%	48.57%	45.71%	48.57%	52.94%					
TNC	SH	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	26	6.52%	39.33%	16.57%
	E	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	17	4.26%	25.72%	
	RE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	3.01%	18.15%	
	T	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	11	2.76%	16.64%	
Subtotal%	13.33%	20.00%	14.71%	16.13%	19.35%	14.29%	14.29%	17.65%	17.14%	17.14%	17.14%	17.65%					
TOTAL		30	30	34	31	31	35	35	34	35	35	35	34	399	100.00%		100.00%



Fuente: Edición propia.

En la tabla 91 observamos la cuantificación de las actividades realizadas por cada trabajador para luego interpretar los resultados del trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) de cada partida, en este caso de las partidas de acero, concreto y encofrado.

Análisis de resultados de la cuadrilla de acero

1. En la carta balance de la cuadrilla de acero mostrada en la tabla 90, se puede observar que la cuadrilla se toma un refrigerio de 10 a 15 minutos a partir de las 10:30 de la mañana aproximadamente para que compartan una bebida que compraron de forma colectiva.
2. En la carta balance de la cuadrilla de acero mostrada en la tabla 90, se observa que existe un desorden con respecto al uso de los servicios higiénicos, es más se observa que hay trabajadores que van más de 2 veces al día tales como los operarios Ope1, Ope4 y el ayudante Pe4.
3. En la tabla 91, se observa que los operarios Ope3, Ope4 y Ope6 demoran más tiempo en el armado horizontal de columnas y placas; quiere decir que muestran un rendimiento bajo a comparación de los otros operarios.

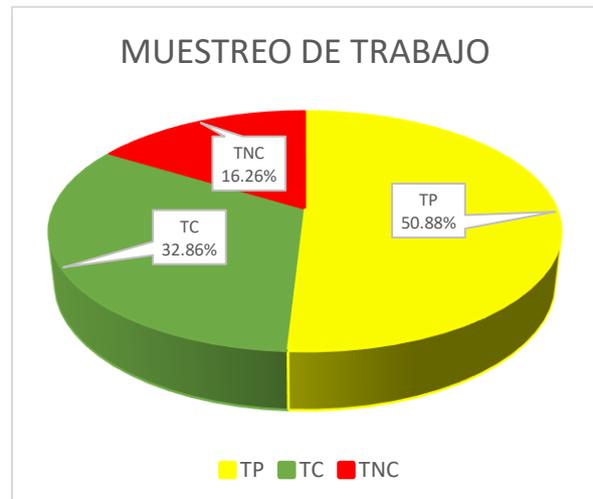
Propuesta de mejora para la cuadrilla de acero

1. Debido a que los trabajadores realizan actividad física y requieren de un momento para consumir una bebida para refrescarse, se propuso seguir otorgando ese tiempo de refrigerio de 15 minutos, con la condición que compensen esos 15 minutos adicionando a la hora de cierre de jornada, es decir trabajarían hasta las 17:15 pm y así se eliminaría el tiempo no contributorio.
2. Se ha impuesto a los trabajadores que se ordenen al momento de ir a los servicios higiénicos, es decir que cada trabajador tendrá como máximo permiso de ir 2 veces al día y estos serán en una en la mañana y otra por la tarde, además se les mencionó que pueden aprovechar el tiempo del refrigerio para ir a los servicios.
3. Se consideró realizar grupos de 2 operarios para una cierta cantidad de producción, con la finalidad de agrupar a los operarios de bajo rendimiento con operarios de buen rendimiento para que se nivelen y mejoren su rendimiento de producción.

Tabla 92. Carta balance de la cuadrilla de concreto. Datos antes de aplicar Lean Construction.

CARTA BALANCE - PARTIDA DE CONCRETO					
CONCRETO F'c=210 kg/cm2 - COLUMNA / PLACA					
TIEMPO (minutos)	Operario 1	Operario 2	Oficial 1	Oficial 2	Peon 1
08:00	I	HA	I	HA	AA
08:15	HA	HA	HA	HA	E
08:30	SH	AA	SH	AA	AA
08:45	VC	VC	VC	MG	MG
09:00	VC	V	VC	V	L
09:15	VC	V	VC	V	MG
09:30	VC	V	VC	V	L
09:45	NC	V	NC	V	MG
10:00	E	E	E	E	E
10:15	VC	HA	VC	HA	HA
10:30	VC	I	VC	SH	MG
10:45	VC	V	VC	V	SH
11:00	VC	V	VC	V	MG
11:15	NC	V	NC	V	L
11:30	E	V	AA	V	AA
11:45	SH	SH	MG	RH	L
12:00	L	MG	RH	T	L
ALMUERZO					
13:00	SH	I	HA	HA	HA
13:15	HA	VC	T	VC	HA
13:30	VC	V	VC	V	MG
13:45	VC	V	VC	V	L
14:00	VC	V	VC	V	MG
14:15	VC	SH	VC	V	L
14:30	NC	VC	NC	NC	MG
14:45	AA	V	AA	L	AA
15:00	HA	V	HA	SH	HA
15:15	L	V	L	L	L
15:30	RE	RE	RE	RE	RE
15:45	VC	VC	SH	VC	HA
16:00	VC	V	VC	V	MG
16:15	VC	V	VC	V	V
16:30	VC	V	VC	V	MG
16:45	VC	V	VC	V	L
17:00	NC	T	NC	T	SH

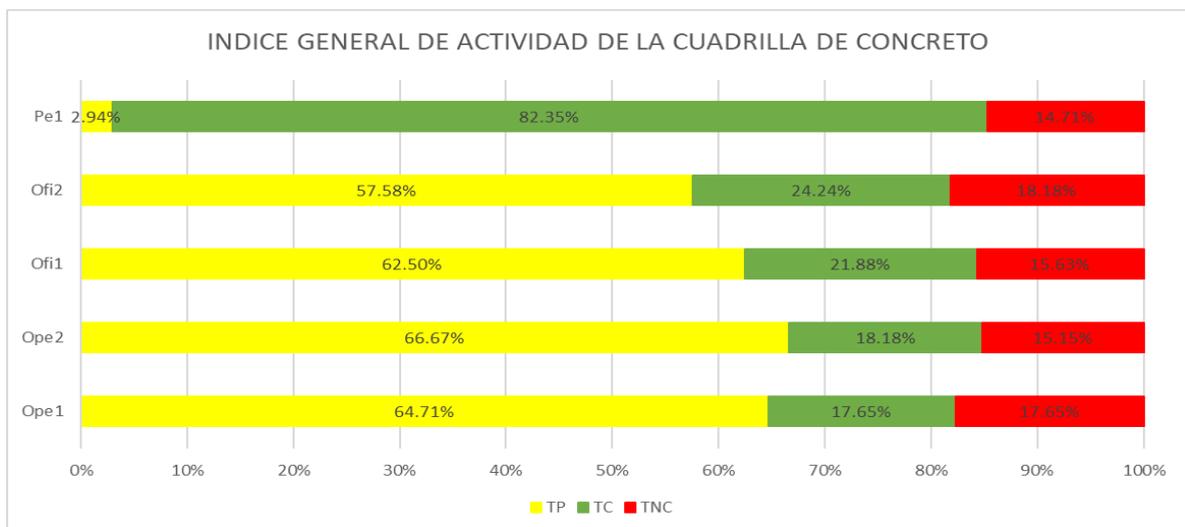
CLASIFICACION DE TRABAJOS		
SH	Uso de servicios higienicos	TNC
E	Espera	
RE	Refrigerio	
T	Transito improductivo	TC
AA	Armado de andamios	
MG	Uso de martillo de goma	
HA	Habilitación de agua	
I	Indicaciones	TP
L	Limpieza general	
VC	Vaciado de concreto	
V	Uso de vibradora	
NC	Nivelación en campo	



Fuente: Edición propia.

Tabla 93. Nivel general de actividad de la cuadrilla de concreto. Datos antes de aplicar Lean Construction.

ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA DE CONCRETO										
PARTIDA DE CONCRETO F'c=210 kg/cm2 - COLUMNA/PLACA										
TIPO	ACTIVIDAD	Ope1	Ope2	Ofi1	Ofi2	Pe1	CANTIDAD	%TOTAL	%TRABAJO	%
TP	VC	18	4	16	2	0	40	24.10%	47.36%	50.88%
	V	0	18	0	16	1	35	21.08%	41.44%	
	NC	4	0	4	1	0	9	5.42%	10.66%	
	Subtotal%	64.71%	66.67%	62.50%	57.58%	2.94%				
TC	AA	1	1	2	1	4	9	5.42%	16.50%	32.86%
	MG	0	1	1	1	10	13	7.83%	23.83%	
	HA	3	3	2	4	5	17	10.24%	31.17%	
	I	1	1	1	0	0	3	1.81%	5.50%	
	L	1	0	1	2	9	13	7.83%	23.83%	
Subtotal%	17.65%	18.18%	21.88%	24.24%	82.35%					
TNC	SH	3	2	2	2	2	11	6.63%	40.75%	16.26%
	E	2	1	1	1	2	7	4.22%	25.93%	
	RE	1	1	1	1	1	5	3.01%	18.52%	
	T	0	1	1	2	0	4	2.41%	14.82%	
Subtotal%	17.65%	15.15%	15.63%	18.18%	14.71%					
TOTAL		34	33	32	33	34	166	100.00%		100.00%



Fuente: Edición propia.

En la tabla 93 observamos la cuantificación de las actividades realizadas por cada trabajador para luego interpretar los resultados del trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) de cada partida, en este caso de las partidas de acero, concreto y encofrado.

Análisis de resultados de la cuadrilla de concreto

1. En la carta balance de la cuadrilla de concreto mostrada en la tabla 92, se puede observar que la cuadrilla se toma un refrigerio de 15 minutos a partir de las 15:30 de la tarde aproximadamente para que compartan una bebida que compraron de forma colectiva.
2. En la carta balance de la cuadrilla de concreto mostrada en la tabla 92, se observa que existe un desorden con respecto al uso de los servicios higiénicos y tiempos en el cual el personal se queda en espera debido a que solo había una vibradora eléctrica y se malogró.
3. En la tabla 92, que hay un desorden de funciones con respecto a lo que debe hacer cada trabajador en la partida de concreto.

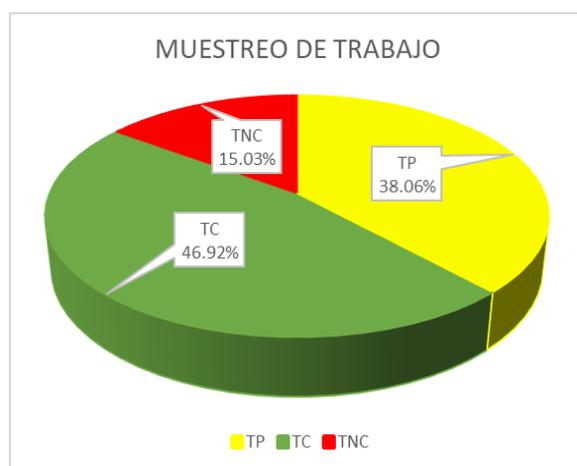
Propuesta de mejora para la cuadrilla de concreto

1. Debido a que los trabajadores realizan actividad física y requieren de un momento para consumir una bebida para refrescarse, se propuso seguir otorgando ese tiempo de refrigerio de 15 minutos, con la condición que compensen esos 15 minutos adicionando a la hora de cierre de jornada, es decir trabajarían hasta las 17:15 pm y así se eliminaría el tiempo no contributivo.
2. Se ha impuesto a los trabajadores que se ordenen al momento de ir a los servicios higiénicos, es decir que cada trabajador tendrá como máximo permiso de ir 2 veces al día, por la mañana y por la tarde. Se compró una vibradora eléctrica más.
3. Se consideró realizar una reunión con el maestro de obra para agrupar a los trabajadores y darles funciones específicas para mantener una secuencia de procesos en forma ordenada y así eliminar los tiempos no contributivos. A continuación, se mostrará la carta balance y resultados aplicando estas propuestas. Ver (tablas 23 y 24).

Tabla 94. Carta balance de la cuadrilla de encofrado. Datos antes de aplicar Lean Construction.

CARTA BALANCE - PARTIDA DE ENCOFRADO												
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNA / PLACA												
TIEMPO (minutos)	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Operario 5	Operario 6	Operario 7	Peon 1	Peon 2	Peon 3	Peon 4	Peon 5
08:00	I	I	I	I	E	E	E	AV	AV	AV	AV	AV
08:15	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AV	AV	AV	AV	AV
08:30	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AV	AV	AV
08:45	MC	MC	MC	MC	SH	MC	MC	AH	AH	AV	AV	AV
09:00	CE	CE	CE	CE	MC	MC	MC	AH	AH	AH	AH	AH
09:15	SH	CE	CE	SH	CE	CE	CE	AV	AV	AH	AH	AH
09:30	DES	DES	DES	DES	CE	SH	E	E	E	E	E	E
09:45	CF	SH	CF	CF	DES	DES	DES	AV	AV	AV	AV	AV
10:00	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AV	AV	AV	AV	AV
10:15	CF	CP	CF	CF	CF	CF	SH	AH	AH	AH	AH	AH
10:30	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE
10:45	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AV	AV	AV	AV	AV
11:00	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AA	AA	SH	AV	AV
11:15	CF	CF	CF	E	CF	CF	CF	SH	AA	AA	AA	AA
11:30	CP	CP	CP	CP	CP	E	CP	AA	AA	AA	AA	AA
11:45	CP	CP	CP	CP	T	CP	CP	AH	SH	AH	AH	AH
12:00	SH	CP	CP	CP	CP	CP	E	T	AH	T	AH	SH
ALMUERZO												
13:00	CE	E	T	CE	CE	CE	CE	T	AV	AV	SH	T
13:15	CE	CE	CE	CE	CE	CE	SH	CE	AV	AV	AV	AV
13:30	CE	CE	CE	MC	MC	MC	MC	AV	AV	AV	AV	AV
13:45	MC	MC	MC	T	I	I	I	AV	AH	AH	AH	AV
14:00	DES	DES	DES	MC	MC	MC	MC	AV	AH	AH	AH	AV
14:15	CF	CF	CF	CE	E	CE	CE	AV	AH	AH	AH	AV
14:30	CF	CF	CF	DES	DES	DES	DES	AV	AH	T	AH	AV
14:45	CF	CF	SH	CF	CF	CF	CF	AV	AV	AV	AV	AV
15:00	CF	CF	CF	CF	CF	T	CF	AV	AV	AV	AV	AV
15:15	MC	MC	CF	CF	CF	CF	CF	AH	SH	AH	AH	AH
15:30	SH	CF	CF	SH	CF	CF	CF	AH	AV	AH	AH	AH
15:45	CF	SH	CF	CF	CF	CF	SH	AH	AV	AH	SH	AH
16:00	CF	SH	CF	CF	CF	CF	CF	AH	AH	AV	AV	AH
16:15	CF	CF	CF	CF	SH	CF	AH	AH	AH	AV	AV	SH
16:30	CF	CF	CP	CP	CP	CP	AH	AH	AH	SH	AV	AV
16:45	CP	CF	CP	CP	CP	CP	AH	SH	T	AH	AV	AV
17:00	T	CP	CP	CP	T	CP	AH	AH	AH	AH	AV	AV

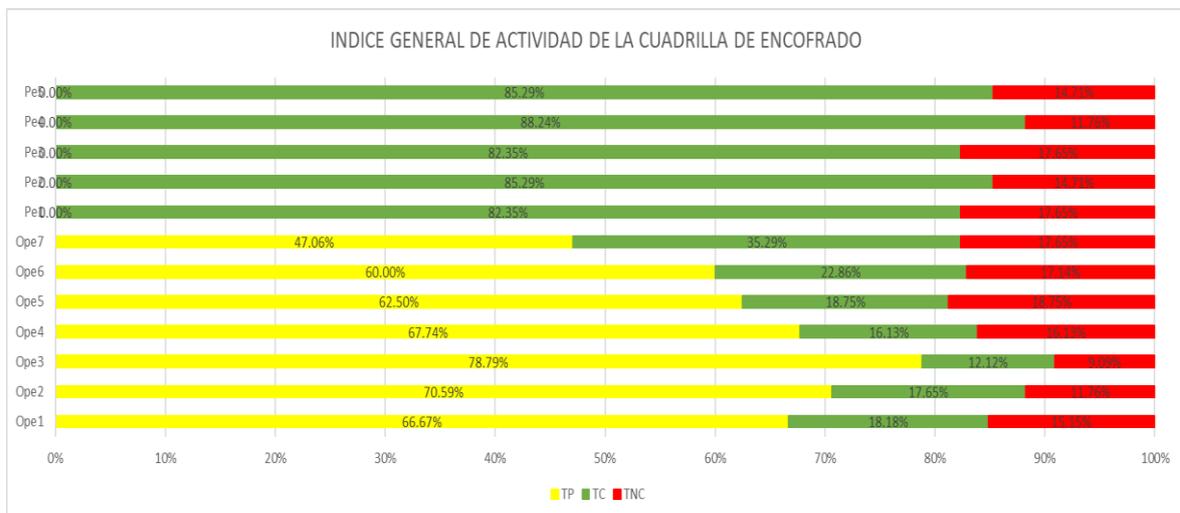
CLASIFICACION DE TRABAJOS		
SH	Uso de servicios higienicos	TNC
E	Espera	
RE	Refrigerio	
T	Transito impoductivo	
AA	Armado de andamios	TC
AH	Acarreo horizontal de materiales	
AV	Acarreo vertical de materiales	
I	Indicaciones	
MC	Mediciones en campo	TP
CF	Colocacion de paneles fenólicos	
CP	Colocacion de puntales	
CE	Colocación de espaciadores	
DES	Aplicación de desmoldante	



Fuente: Edición propia.

Tabla 95. Nivel general de actividad de la cuadrilla de encofrado. Datos antes de aplicar Lean Construction.

ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA DE ENCOFRADO																	
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNA / PLACA																	
TIPO	ACTIVIDAD	Ope1	Ope2	Ope3	Ope4	Ope5	Ope6	Ope7	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	CANTIDAD	%TOTAL	%TRABAJO	%
TP	CF	14	13	14	11	11	11	8	0	0	0	0	0	82	20.40%	53.99%	37.78%
	CP	3	5	6	6	3	5	2	0	0	0	0	0	30	7.46%	19.75%	
	CE	3	4	4	2	4	3	4	0	0	0	0	0	24	5.97%	15.80%	
	DES	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	14	3.48%	9.22%	
	Subtotal%	66.67%	70.59%	78.79%	67.74%	62.50%	60.00%	47.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%				
TC	AA	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	2	2	11	2.74%	5.82%	47.04%
	AH	2	2	2	2	2	2	7	12	13	12	11	8	75	18.66%	39.66%	
	AV	0	0	0	0	0	1	0	14	13	14	17	19	78	19.40%	41.25%	
	I	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7	1.74%	3.70%	
	MC	3	3	1	2	3	4	4	0	0	0	0	0	20	4.98%	10.58%	
Subtotal%	18.18%	17.65%	12.12%	16.13%	18.75%	22.86%	35.29%	82.35%	85.29%	82.35%	88.24%	85.29%					
TNC	SH	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	5.97%	39.33%	15.18%
	E	0	1	0	1	2	2	3	1	1	1	1	1	14	3.48%	22.94%	
	RE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	2.99%	19.67%	
	T	1	0	1	1	1	1	0	2	1	2	0	1	11	2.74%	18.03%	
	Subtotal%	15.15%	11.76%	9.09%	16.13%	18.75%	17.14%	17.65%	17.65%	14.71%	17.65%	11.76%	14.71%				
TOTAL		33	34	33	31	32	35	34	34	34	34	34	34	402	100.00%		100.00%



Edición propia.

En la tabla 95 observamos la cuantificación de las actividades realizadas por cada trabajador para luego interpretar los resultados del trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) de cada partida, en este caso de las partidas de acero, concreto y encofrado.

Análisis de resultados de la cuadrilla de encofrado

1. En la carta balance de la cuadrilla de encofrado mostrada en la tabla 94, se puede observar que la cuadrilla se toma un refrigerio de 15 minutos a partir de las 10:30 de la mañana aproximadamente para que compartan una bebida que compraron de forma colectiva.
2. En la carta balance de la cuadrilla de encofrado mostrada en la tabla 94, se observa que existe un desorden con respecto al uso de los servicios higiénicos y un tiempo de espera debido a la previa coordinación con respecto al abastecimiento de materiales de encofrado en este caso faltaron comprar más paneles fenólicos.
3. En la tabla 94, se observa que, por falta de coordinación de trabajo y funciones específicos para cada pareja de trabajadores, se muestran que casi todos los trabajadores tienen tiempos no contributorios.

Propuesta de mejora para la cuadrilla de encofrado

1. Debido a que los trabajadores realizan actividad física y requieren de un momento para consumir una bebida para refrescarse, se propuso seguir otorgando ese tiempo de refrigerio de 15 minutos, con la condición que compensen esos 15 minutos adicionando a la hora de cierre de jornada, es decir trabajarían hasta las 17:15 pm y así se eliminaría el tiempo no contributorio.
2. Se ha impuesto a los trabajadores que se ordenen al momento de ir a los servicios higiénicos, es decir que cada trabajador tendrá como máximo permiso de ir 2 veces al día y estos serán en una en la mañana y otra por la tarde.
3. Se realizó una reunión con el maestro de obra para designar parejas de trabajo según a sus rendimientos y para ello se le indicara las funciones a cada pareja y así evitar un desorden de actividades generando una reducción en los tiempos no contributorios. A continuación, se mostrarán los resultados de carta balance considerando estas propuestas.

4.2. RESULTADO 2:

Analizando las cartas balance e índices generales de actividades podemos comparar los resultados de producción de la mano de obra del antes y después de aplicar la filosofía Lean Construction. A continuación, se mostrará la comparación de resultados de las cartas balance del antes y después de aplicar las propuestas de mejora bajo el enfoque Lean Construction, en la partida de acero:

Figura 31. Carta balance de la partida de acero antes de aplicar Lean Construction.

CARTA BALANCE - PARTIDA DE ARMADO DE ACERO												
ACERO Fy=4200 kg/cm - COLUMNA / PLACA												
TIEMPO (minutos)	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Operario 5	Operario 6	Operario 7	Peon 1	Peon 2	Peon 3	Peon 4	Peon 5
08:00	I	I	I	I	MC	MC	MC	AV	AV	AV	AV	AV
08:15	AH	AH	AH	AH	AV	AV	AV	AV	AV	AH	AH	AH
08:30	AH	AH	AH	AH	I	I	I	E	E	E	E	E
08:45	CA	CA	CA	CA	SH	DA	DA	AH	AH	AH	AH	AH
09:00	CA	CA	CA	CA	DA	DA	DA	AH	AH	AH	AH	AH
09:15	SH	CA	CA	SH	CA	CA	CA	AV	AV	AH	AH	AH
09:30	DA	DA	DA	RV	RV	SH	E	E	E	E	E	E
09:45	RV	SH	RV	RH	RH	RH	RH	AV	AV	AV	AV	AV
10:00	SH	RV	RV	RH	RH	RH	RH	RV	RV	RV	RV	RV
10:15	RH	RH	RH	RH	RH	RH	SH	RH	RH	RH	RH	RH
10:30	RH	RH	SH	RH	RH	RH	RH	DA	DA	DA	DA	DA
10:45	RH	RH	RH	RH	SH	RH	RH	DA	DA	DA	DA	DA
11:00	RH	RH	RH	RH	RV	RV	RV	AA	AA	SH	DA	DA
11:15	RV	RV	RV	E	RH	RH	RH	SH	AA	AA	AA	AA
11:30	RV	RV	RV	RH	RH	E	RH	AA	AA	AA	SH	AA
11:45	RH	T	E	RH	T	RH	RH	AH	SH	AH	AH	AH
12:00	T	RH	RH	RH	RH	RH	E	RH	RH	RH	RH	SH
ALMUERZO												
13:00	RH	E	T	RH	RH	RH	RH	T	CA	CA	SH	T
13:15	RH	RH	RH	RH	RH	SH	RH	AV	CA	CA	DA	AV
13:30	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	AV	DA	DA	DA	AV
13:45	MC	MC	MC	T	I	I	I	AV	AH	AH	AH	AV
14:00	RV	RV	RV	MC	MC	MC	MC	AV	AH	AH	AH	AV
14:15	RV	RV	RV	RH	E	RH	RH	AV	AH	AH	AH	AV
14:30	RH	T	RH	RH	RH	RH	RH	AV	AH	T	AH	AV
14:45	RH	RH	SH	RV	SH	RV	RH	RH	RH	RH	RH	RH
15:00	RH	RH	RV	RV	RV	T	CA	CA	CA	CA	CA	CA
15:15	MC	MC	RH	RH	RH	RH	DA	DA	SH	DA	DA	DA
15:30	SH	RH	RH	SH	RH	RH	DA	DA	RV	DA	DA	DA
15:45	RV	RH	RH	RH	RH	RH	SH	RV	RV	RH	SH	RH
16:00	RV	SH	RH	RH	RH	RH	AH	AH	AH	AV	AV	AV
16:15	RV	RV	RV	RV	SH	CA	AH	AH	AH	AV	AV	SH
16:30	RH	RH	RH	T	DA	DA	AH	AH	AH	SH	AV	AV
16:45	RH	RH	RH	RH	RH	RH	AH	SH	T	AH	AV	AV
17:00	RH	RH	RH	RH	RH	RH	AH	AH	AH	AH	AV	AV

Fuente: Edición propia

Figura 32. Distribución de trabajo general, antes de aplicar Lean Construction.

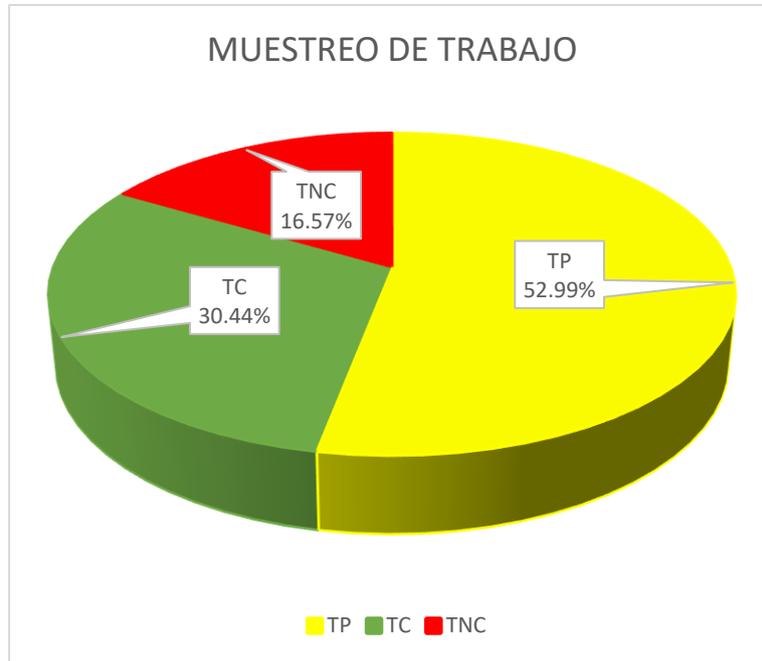


Tabla 96. Resultado del trabajo general - acero (antes de aplicar Lean Construction).

DESCRIPCION	ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION		
	T.P	T.C	T.N.C
ACERO DE REFUERZO	52.99%	30.44%	16.57%

Fuente: Edición propia.

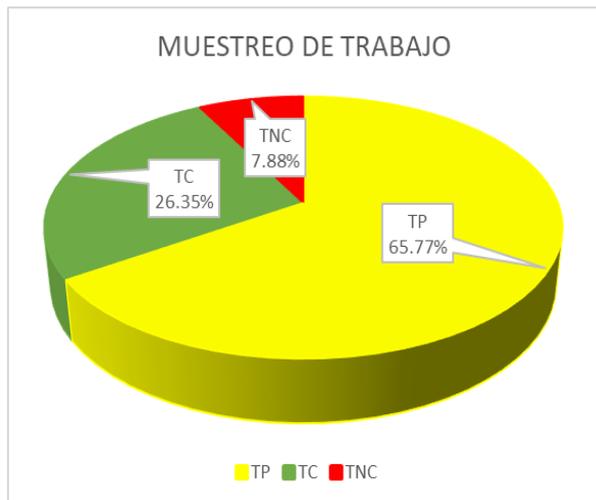
En la Tabla 96, se observa que la cuadrilla de acero realizó actividades representando un trabajo productivo de 52.99%, así como también un trabajo contributorio de 30.44% y una serie de trabajos no contributorio con una representatividad del 16.57% el cual es un porcentaje considerable, es por ello que, identificando esos trabajos, se realizó una propuesta de mejora para luego evaluar la efectividad en el proceso de ejecución después de haber aplicado la filosofía Lean Construction. A continuación, se mostrará la carta balance de la cuadrilla de acero después de haber aplicado Lean Construction. Ver la Tabla 97.

Tabla 97. Carta balance de la partida de acero después de aplicar Lean Construction.

CARTA BALANCE - PARTIDA DE ARMADO DE ACERO												
ACERO Fy=4200 kg/cm - COLUMNA / PLACA												
TIEMPO (minutos)	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Operario 5	Operario 6	Operario 7	Peon 1	Peon 2	Peon 3	Peon 4	Peon 5
08:00	I	MC	I	MC	I	MC	MC	AV	AV	AV	AV	AV
08:15	AH	AH	AH	AH	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV
08:30	SH	AH	SH	AH	AV	I	I	AH	AH	AH	AH	AH
08:45	RV	SH	RV	SH	RV	RV	RV	AH	AH	AH	AH	AH
09:00	RV	RV	RV	RV	RV	RV	RV	AH	AH	AH	AH	AH
09:15	RV	RV	RV	RV	RV	RV	RV	AV	AV	AH	AH	AH
09:30	RV	RV	RV	RV	RV	RV	RV	E	E	E	E	E
09:45	RV	RV	RV	RV	RH	RH	RH	AA	AA	AA	AA	AA
10:00	CA	RV	CA	CA	RH	RH	CA	AA	AA	AA	AA	AA
10:15	CA	CA	CA	CA	CA	CA	SH	AV	SH	AV	AV	AV
10:30	CA	CA	CA	RH	CA	CA	DA	AV	AV	AV	AV	AV
10:45	DA	DA	RH	RH	SH	SH	DA	SH	AV	SH	AV	AV
11:00	RH	RH	DA	DA	DA	DA	RH	AA	AA	AV	AV	AV
11:15	RV	RV	RV	DA	RH	RH	RH	AA	AA	AA	AA	AA
11:30	RH	RH	RV	RH	RH	RH	RH	AH	AH	AH	AH	AH
11:45	RH	RH	E	RH	RH	RH	RH	AH	AH	AH	SH	AH
12:00	T	RH	RH	RH	RH	RH	RH	E	AH	AH	AH	SH
ALMUERZO												
13:00	MC	I	MC	I	MC	I	MC	RH	RH	CA	RH	RH
13:15	RH	RH	RH	RH	RH	SH	RH	SH	RH	CA	RH	RH
13:30	RH	RH	RH	RV	RH	RV	RH	RH	RH	DA	DA	CA
13:45	RV	RV	RV	RV	RV	RV	RH	RH	RH	DA	RH	CA
14:00	SH	RV	SH	RV	RV	RV	RV	CA	CA	DA	RH	DA
14:15	RV	SH	RV	SH	RV	RV	RV	CA	CA	DA	DA	DA
14:30	RV	RV	RV	RV	RV	RV	RV	DA	DA	RH	RH	RH
14:45	RH	RH	RH	RH	SH	RH	SH	RH	RH	RH	RH	RH
15:00	RH	RH	RH	RH	RV	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA
15:15	RH	RH	RH	RH	RH	RH	DA	DA	SH	DA	SH	DA
15:30	RH	RH	RH	RH	RH	RH	DA	DA	RV	RH	RH	RH
15:45	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	AH	AH	AH	RH	RH
16:00	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	AH	AH	AH	AH	AH
16:15	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	SH	AH	SH
16:30	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH
16:45	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH
17:00	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH

CLASIFICACION DE TRABAJOS

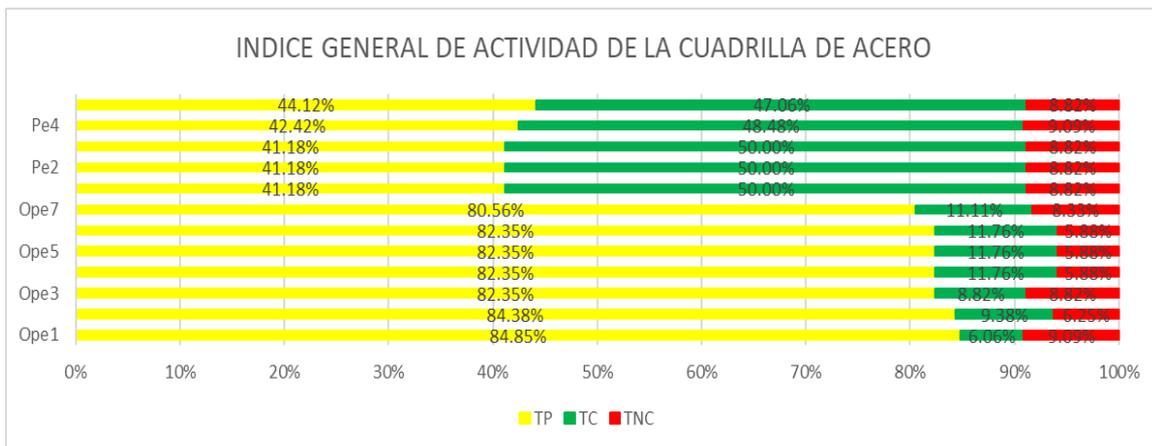
SH	Uso de servicios higienicos	TNC
E	Espera	
RE	Refrigerio	
T	Transito imporductivo	
AA	Armado de andamios	TC
AH	Acarreo horizontal de materiales	
AV	Acarreo vertical de materiales	
I	Indicaciones	
MC	Mediciones en campo	TP
RV	Colocacion de acero vertical	
RH	Colocacion de acero horizontal	
CA	Corte de acero	
DA	Doble de acero	



Fuente: Edición propia.

Tabla 98. Nivel general de actividad de la cuadrilla de acero. Datos después de aplicar Lean Construction.

ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA DE ACERO																	
PARTIDA DE ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2 - COLUMNA/PLACA																	
TIPO	ACTIVIDAD	Ope1	Ope2	Ope3	Ope4	Ope5	Ope6	Ope7	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	CANTIDAD	%TOTAL	%TRABAJO	%
TP	RV	9	9	10	8	9	9	9	0	1	0	0	0	64	15.76%	23.97%	65.77%
	RH	15	15	14	16	16	16	14	8	9	6	11	9	149	36.70%	55.80%	
	CA	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	1	3	29	7.14%	10.86%	
	DA	1	1	1	2	1	1	4	3	1	5	2	3	25	6.16%	9.36%	
	Subtotal%	84.85%	84.38%	82.35%	82.35%	82.35%	82.35%	80.56%	41.18%	41.18%	41.18%	42.42%	44.12%				
TC	AA	0	0	0	0	0	0	0	4	4	3	3	3	17	4.19%	15.89%	26.35%
	AH	0	2	1	2	0	0	0	8	8	9	7	7	44	10.84%	41.13%	
	AV	0	0	0	0	2	1	1	5	5	5	6	6	31	7.64%	28.98%	
	I	1	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	8	1.97%	7.48%	
	MC	1	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	7	1.72%	6.54%	
Subtotal%	6.06%	9.38%	8.82%	11.76%	11.76%	11.76%	11.11%	50.00%	50.00%	50.00%	48.48%	47.06%					
TNC	SH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	5.91%	75.04%	7.88%
	E	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	7	1.72%	21.89%	
	RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.25%	3.13%	
Subtotal%	9.09%	6.25%	8.82%	5.88%	5.88%	5.88%	8.33%	8.82%	8.82%	8.82%	9.09%	8.82%					
TOTAL		33	32	34	34	34	34	36	34	34	34	33	34	406	100.00%		100.00%



Fuente: Edición propia.

En la Tabla 98 observamos la cuantificación de las actividades realizadas por cada trabajador para luego interpretar los resultados del trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) de cada partida, en este caso de las partidas de acero, concreto y encofrado. A continuación, se mostrará una tabla los resultados de los trabajos después de aplicar Lean Construction en la partida de acero. Ver Tabla 99.

Tabla 99. Resultado del trabajo general - acero (después de aplicar Lean Construction).

DESCRIPCION	DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION		
	T.P	T.C	T.N.C
ACERO DE REFUERZO	65.77%	26.35%	7.88%

Fuente: Edición propia.

En la Tabla 99, se observa que después de aplicar Lean Construction; la cuadrilla de acero realizó actividades representando un trabajo productivo de 65.77%, así como también un trabajo contributorio de 26.35% y un trabajo no contributorio de 7.88%. A continuación, se mostrará la comparación de los resultados representados en porcentaje del antes y después de aplicar Lean Construction:

Tabla 100. Comparativo del antes y después de la aplicación Lean Construction, en la partida de acero.

DESCRIPCION	ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION			DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION		
	T.P	T.C	T.N.C	T.P	T.C	T.N.C
ACERO DE REFUERZO	52.99%	30.44%	16.57%	65.77%	26.35%	7.88%

Fuente: Edición propia.

En la Tabla 100 podemos apreciar la efectividad en la producción de la partida de acero, ya que, se observa un aumento de casi el 10% con respecto al antes y después del trabajo productivo y una reducción de casi 9% en el trabajo no contributorio. Esta efectividad se percibe debido a la aplicación de propuestas de mejoras previamente identificando las actividades no contributorias.

A continuación, se mostrará la comparación de resultados de las cartas balance del antes y después de aplicar las propuestas de mejora bajo el enfoque Lean Construction, en la partida de concreto:

Figura 33. Carta balance de la partida de concreto antes de aplicar Lean Construction.

CARTA BALANCE - PARTIDA DE CONCRETO					
CONCRETO F'c=210 kg/cm2 - COLUMNA / PLACA					
TIEMPO (minutos)	Operario 1	Operario 2	Oficial 1	Oficial 2	Peon 1
08:00	I	HA	I	HA	AA
08:15	HA	HA	HA	HA	E
08:30	SH	AA	SH	AA	AA
08:45	VC	VC	VC	MG	MG
09:00	VC	V	VC	V	L
09:15	VC	V	VC	V	MG
09:30	VC	V	VC	V	L
09:45	NC	V	NC	V	MG
10:00	E	E	E	E	E
10:15	VC	HA	VC	HA	HA
10:30	VC	I	VC	SH	MG
10:45	VC	V	VC	V	SH
11:00	VC	V	VC	V	MG
11:15	NC	V	NC	V	L
11:30	E	V	AA	V	AA
11:45	SH	SH	MG	RH	L
12:00	L	MG	RH	T	L
ALMUERZO					
13:00	SH	I	HA	HA	HA
13:15	HA	VC	T	VC	HA
13:30	VC	V	VC	V	MG
13:45	VC	V	VC	V	L
14:00	VC	V	VC	V	MG
14:15	VC	SH	VC	V	L
14:30	NC	VC	NC	NC	MG
14:45	AA	V	AA	L	AA
15:00	HA	V	HA	SH	HA
15:15	L	V	L	L	L
15:30	RE	RE	RE	RE	RE
15:45	VC	VC	SH	VC	HA
16:00	VC	V	VC	V	MG
16:15	VC	V	VC	V	V
16:30	VC	V	VC	V	MG
16:45	VC	V	VC	V	L
17:00	NC	T	NC	T	SH

Fuente: Edición propia.

Figura 34. Distribución de trabajo general, antes de aplicar Lean Construction.

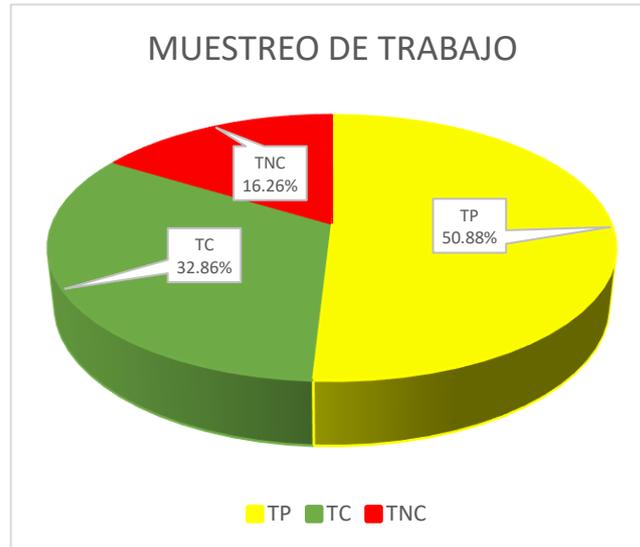


Tabla 101. Resultado del trabajo general - concreto (antes de aplicar Lean Construction).

DESCRIPCION	ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION		
	T.P	T.C	T.N.C
CONCRETO PREMEZCLADO	50.88%	32.86%	16.26%

Fuente: Edición propia.

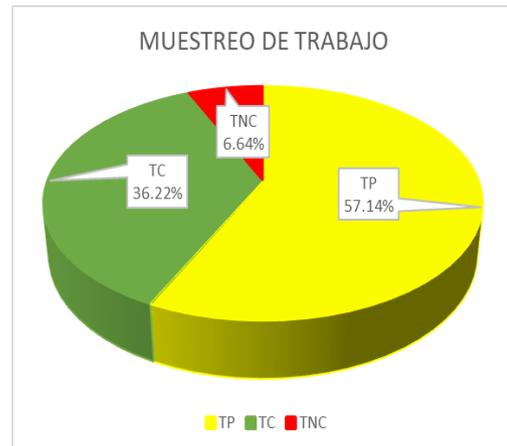
En la Tabla 101, se observa que la cuadrilla de concreto realizó actividades representando un trabajo productivo de 50.88%, así como también un trabajo contributorio de 32.86% y una serie de trabajos no contributorio con una representatividad del 16.26% el cual es un porcentaje considerable, es por ello que, identificando esos trabajos, se realizó una propuesta de mejora para luego evaluar la efectividad en el proceso de ejecución después de haber aplicado la filosofía Lean Construction. A continuación, se mostrará la carta balance de la cuadrilla de concreto después de haber aplicado Lean Construction. Ver la Tabla 102.

Tabla 102. Carta balance de la partida de concreto después de aplicar Lean Construction.

CARTA BALANCE - PARTIDA DE CONCRETO					
CONCRETO F'c=210 kg/cm2 - COLUMNA / PLACA					
TIEMPO (minutos)	Operario 1	Operario 2	Oficial 1	Oficial 2	Peon 1
08:00	I	I	AA	AA	AA
08:15	I	I	AA	AA	AA
08:30	HA	HA	HA	HA	HA
08:45	VC	VC	VC	HA	HA
09:00	VC	VC	VC	V	MG
09:15	VC	VC	VC	V	MG
09:30	VC	VC	VC	V	L
09:45	NC	SH	V	SH	L
10:00	SH	E	SH	AA	AA
10:15	VC	VC	VC	AA	AA
10:30	VC	VC	VC	HA	HA
10:45	VC	VC	VC	HA	HA
11:00	VC	VC	VC	V	MG
11:15	VC	VC	VC	V	MG
11:30	VC	VC	VC	V	L
11:45	VC	VC	VC	V	L
12:00	NC	NC	V	V	SH
ALMUERZO					
13:00	HA	HA	VC	L	L
13:15	VC	VC	VC	AA	AA
13:30	VC	VC	VC	AA	AA
13:45	VC	VC	VC	MG	HA
14:00	VC	VC	VC	MG	HA
14:15	VC	VC	VC	V	MG
14:30	VC	VC	VC	V	MG
14:45	NC	NC	V	V	L
15:00	SH	VC	SH	V	L
15:15	HA	HA	HA	V	L
15:30	VC	VC	VC	SH	MG
15:45	VC	VC	VC	V	MG
16:00	VC	VC	VC	V	MG
16:15	VC	VC	VC	V	SH
16:30	VC	NC	V	V	L
16:45	VC	SH	V	V	L
17:00	NC	L	V	L	L

CLASIFICACION DE TRABAJOS

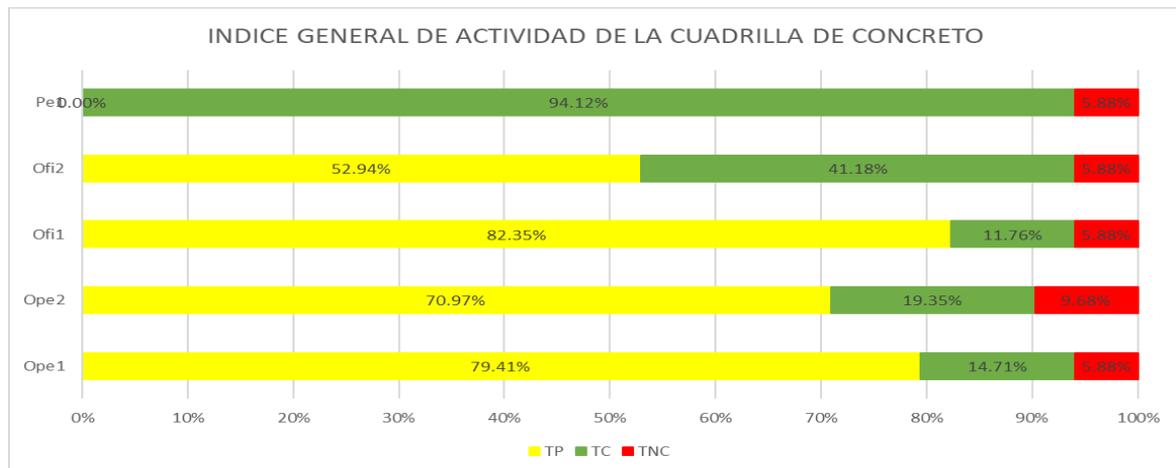
SH	Uso de servicios higienicos	TNC
E	Espera	
RE	Refrigerio	
T	Transito improductivo	TC
AA	Armado de andamios	
MG	Uso de martillo de goma	
HA	Habilitación de agua	
I	Indicaciones	
L	Limpieza general	TP
VC	Vaciado de concreto	
V	Uso de vibradora	
NC	Nivelación en campo	



Fuente: Edición propia.

Tabla 103. Nivel general de actividad de la cuadrilla de concreto. Datos después de aplicar Lean Construction.

ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA DE CONCRETO										
PARTIDA DE CONCRETO F'c=210 kg/cm2 - COLUMNA/PLACA										
TIPO	ACTIVIDAD	Ope1	Ope2	Ofi1	Ofi2	Pe1	CANTIDAD	%TOTAL	%TRABAJO	%
TP	VC	23	22	22	0	0	67	40.12%	70.22%	57.13%
	V	0	0	6	18	0	24	14.37%	25.15%	
	NC	4	0	0	0	0	4	2.40%	4.19%	
	Subtotal%	79.41%	70.97%	82.35%	52.94%	0.00%				
TC	AA	0	0	2	6	6	14	8.38%	23.14%	36.22%
	MG	0	0	0	2	9	11	6.59%	18.18%	
	HA	3	3	2	4	6	18	10.78%	29.76%	
	I	2	2	0	0	0	4	2.40%	6.61%	
	L	0	1	0	2	11	14	8.38%	23.14%	
Subtotal%	14.71%	19.35%	11.76%	41.18%	94.12%					
TNC	SH	2	2	2	2	2	10	5.99%	90.16%	6.64%
	E	0	1	0	0	0	1	0.60%	9.02%	
	RE	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	T	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
Subtotal%	5.88%	9.68%	5.88%	5.88%	5.88%					
TOTAL		34	31	34	34	34	167	100.00%	100.00%	



Fuente: Edición propia.

En la Tabla 103 observamos la cuantificación de las actividades realizadas por cada trabajador para luego interpretar los resultados del trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC) de cada partida, en este caso de las partidas de acero, concreto y encofrado. A continuación, se mostrará una tabla los resultados de los trabajos después de aplicar Lean Construction en la partida de concreto. Ver Tabla 104.

Tabla 104. Resultado del trabajo general - concreto (después de aplicar Lean Construction).

DESCRIPCION	DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION		
	T.P	T.C	T.N.C
CONCRETO PREMEZCLADO	57.14%	36.22%	6.64%

Fuente: Edición propia.

En la Tabla 104, se observa que después de aplicar Lean Construction; la cuadrilla de concreto realizó actividades representando un trabajo productivo de 57.14%, así como también un trabajo contributorio de 36.22% y un trabajo no contributorio de 6.64 %. A continuación, se mostrará la comparación de los resultados representados en porcentaje del antes y después de aplicar Lean Construction:

Tabla 105. Comparativo del antes y después de la aplicación Lean Construction, en la partida de concreto.

DESCRIPCION	ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION			DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION		
	T.P	T.C	T.N.C	T.P	T.C	T.N.C
CONCRETO PREMEZCLADO	50.88%	32.86%	16.26%	57.14%	36.22%	6.64%

Fuente: Edición propia.

En la Tabla 105 podemos apreciar la efectividad en la producción de la partida de concreto, ya que, se observa un aumento de casi el 6% entre el antes y después del trabajo productivo y una reducción considerable de casi 10% en el trabajo no contributorio. Esta efectividad se percibe debido a la aplicación de propuestas de mejoras previamente identificando las actividades no contributorias.

A continuación, se mostrará la comparación de resultados de las cartas balance del antes y después de aplicar las propuestas de mejora bajo el enfoque Lean Construction, en la partida de encofrado y desencofrado:

Figura 35. Carta balance de la partida de encofrado/densocofrado antes de aplicar Lean Construction.

CARTA BALANCE - PARTIDA DE ENCOFRADO												
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNA / PLACA												
TIEMPO (minutos)	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Operario 5	Operario 6	Operario 7	Peon 1	Peon 2	Peon 3	Peon 4	Peon 5
08:00	I	I	I	I	E	E	E	AV	AV	AV	AV	AV
08:15	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AV	AV	AV	AV	AV
08:30	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AV	AV	AV
08:45	MC	MC	MC	MC	SH	MC	MC	AH	AH	AV	AV	AV
09:00	CE	CE	CE	CE	MC	MC	MC	AH	AH	AH	AH	AH
09:15	SH	CE	CE	SH	CE	CE	CE	AV	AV	AH	AH	AH
09:30	DES	DES	DES	DES	CE	SH	E	E	E	E	E	E
09:45	CF	SH	CF	CF	DES	DES	DES	AV	AV	AV	AV	AV
10:00	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AV	AV	AV	AV	AV
10:15	CF	CP	CF	CF	CF	CF	SH	AH	AH	AH	AH	AH
10:30	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE
10:45	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AV	AV	AV	AV	AV
11:00	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AA	AA	SH	AV	AV
11:15	CF	CF	CF	E	CF	CF	CF	SH	AA	AA	AA	AA
11:30	CP	CP	CP	CP	CP	E	CP	AA	AA	AA	AA	AA
11:45	CP	CP	CP	CP	T	CP	CP	AH	SH	AH	AH	AH
12:00	SH	CP	CP	CP	CP	CP	E	T	AH	T	AH	SH
ALMUERZO												
13:00	CE	E	T	CE	CE	CE	CE	T	AV	AV	SH	T
13:15	CE	CE	CE	CE	CE	SH	CE	AV	AV	AV	AV	AV
13:30	CE	CE	CE	MC	MC	MC	MC	AV	AV	AV	AV	AV
13:45	MC	MC	MC	T	I	I	I	AV	AH	AH	AH	AV
14:00	DES	DES	DES	MC	MC	MC	MC	AV	AH	AH	AH	AV
14:15	CF	CF	CF	CE	E	CE	CE	AV	AH	AH	AH	AV
14:30	CF	CF	CF	DES	DES	DES	DES	AV	AH	T	AH	AV
14:45	CF	CF	SH	CF	CF	CF	CF	AV	AV	AV	AV	AV
15:00	CF	CF	CF	CF	CF	T	CF	AV	AV	AV	AV	AV
15:15	MC	MC	CF	CF	CF	CF	CF	AH	SH	AH	AH	AH
15:30	SH	CF	CF	SH	CF	CF	CF	AH	AV	AH	AH	AH
15:45	CF	CF	CF	CF	CF	CF	SH	AH	AV	AH	SH	AH
16:00	CF	SH	CF	CF	CF	CF	AH	AH	AH	AV	AV	AH
16:15	CF	CF	CF	CF	SH	CF	AH	AH	AH	AV	AV	SH
16:30	CF	CF	CP	CP	CP	CP	AH	AH	AH	SH	AV	AV
16:45	CP	CF	CP	CP	CP	CP	AH	SH	T	AH	AV	AV
17:00	T	CP	CP	CP	T	CP	AH	AH	AH	AH	AV	AV

Fuente: Edición propia.

Figura 36. Distribución de trabajo general, antes de aplicar Lean Construction.

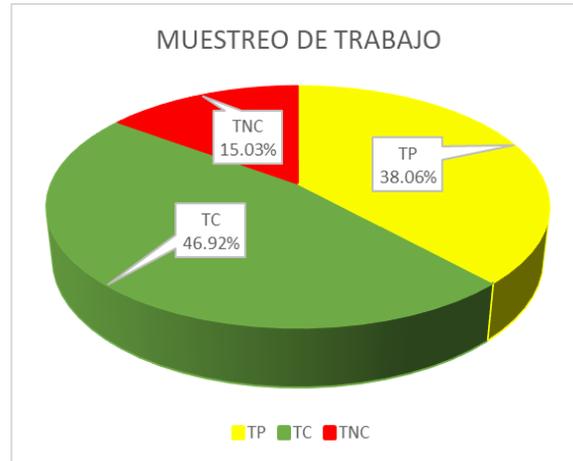


Tabla 106. Resultado del trabajo general - encofrado (antes de aplicar Lean Construction).

DESCRIPCION	ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION		
	T.P	T.C	T.N.C
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	38.06%	46.92%	15.02%

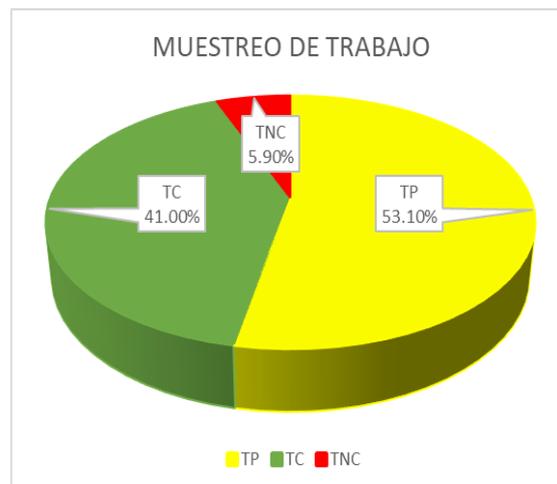
Fuente: Edición propia.

En la Tabla 106, se observa que la cuadrilla de encofrado realizó actividades representando un trabajo productivo de 38.06%, así como también un trabajo contributorio de 46.92% y una serie de trabajos no contributorio con una representatividad del 15.02% el cual es un porcentaje considerable, es por ello que, identificando esos trabajos, se realizó una propuesta de mejora para luego evaluar la efectividad en el proceso de ejecución después de haber aplicado la filosofía Lean Construction. A continuación, se mostrará la carta balance de la cuadrilla de encofrado después de haber aplicado Lean Construction. Ver la Tabla 107.

Tabla 107. Carta balance de la partida de encofrado después de aplicar Lean Construction.

CARTA BALANCE - PARTIDA DE ENCOFRADO												
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNA / PLACA												
TIEMPO (minutos)	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Operario 5	Operario 6	Operario 7	Peon 1	Peon 2	Peon 3	Peon 4	Peon 5
08:00	I	I	I	I	MC	MC	MC	AV	AV	AV	AV	AV
08:15	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AV	AV	AV	AV	AV
08:30	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AV	AV	AV
08:45	MC	MC	MC	MC	AH	MC	MC	AH	AH	AV	AV	AV
09:00	CE	CE	CE	CE	MC	MC	MC	AH	AH	AH	AH	AH
09:15	SH	CE	SH	CE	MC	MC	MC	CE	CE	CE	CE	CE
09:30	DES	DES	DES	DES	MC	MC	MC	DES	DES	DES	DES	DES
09:45	CF	SH	CF	SH	DES	DES	DES	AV	AV	AV	AV	AV
10:00	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AV	AV	AV	AV	AV
10:15	CF	CF	CF	CF	SH	CF	SH	AH	AH	AH	AH	AH
10:30	CF	CP	CF	CF	CF	SH	CF	SH	SH	AH	AH	AH
10:45	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AV	AV	AV	AV	AV
11:00	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AA	AA	SH	SH	AV
11:15	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AA	AA	AA	AA	AA
11:30	CF	CF	CP	CP	CP	CF	CP	AH	AH	AA	AA	AA
11:45	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	AH	AH	AH	AH	SH
12:00	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	AH	AH	AH	AH	AH
ALMUERZO												
13:00	CE	CP	CP	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE
13:15	CE	CE	CE	CE	CE	SH	CE	DES	DES	DES	DES	DES
13:30	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AV	AV	AV	AV	AV
13:45	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AV	AH	AH	AH	AV
14:00	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	AV	AH	AH	AH	AV
14:15	SH	CE	SH	CE	CF	CF	CF	AV	AH	AH	AH	AV
14:30	DES	DES	DES	DES	CF	CF	CF	AV	AH	AH	AH	AV
14:45	CF	SH	CF	SH	CP	CP	CP	AV	AV	AV	AV	AV
15:00	CF	CF	CF	CF	CP	CP	CP	AV	AV	AV	AV	AV
15:15	CF	CF	CF	CF	SH	CP	SH	AH	AV	AH	SH	AH
15:30	CF	CP	CF	CF	CF	CP	CF	AH	AV	AH	AH	AH
15:45	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CE	CE	CE	CE	CE
16:00	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	DES	DES	DES	DES	DES
16:15	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	SH	SH	AV	AV	AV
16:30	CF	CF	CP	CP	CP	CF	CP	AH	AH	AV	AV	AV
16:45	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	AH	AH	SH	AV	SH
17:00	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	AH	AH	AH	AV	AV

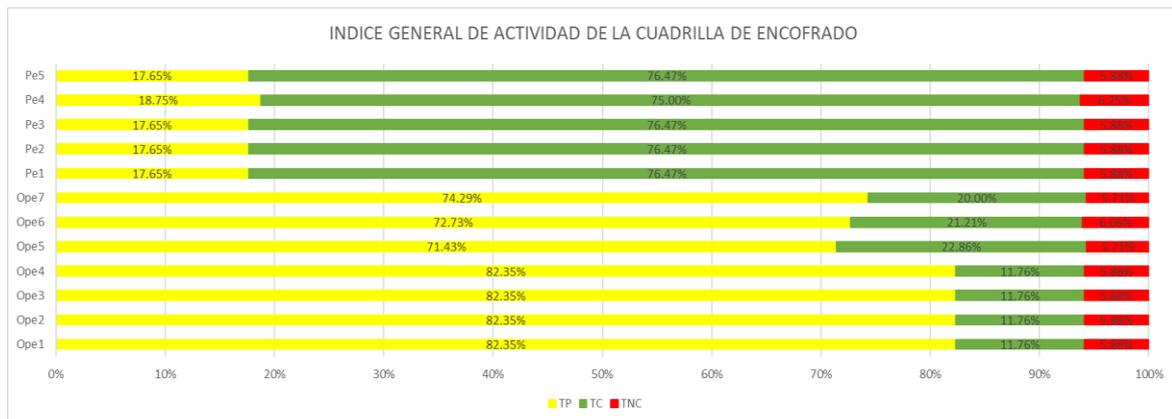
CLASIFICACION DE TRABAJOS		
SH	Uso de servicios higienicos	TNC
E	Espera	
RE	Refrigerio	
T	Transito imporductivo	
AA	Armado de andamios	TC
AH	Acarreo horizontal de materiales	
AV	Acarreo vertical de materiales	
I	Indicaciones	
MC	Mediciones en campo	TP
CF	Colocacion de paneles fenólicos	
CP	Colocacion de puntales	
CE	Colocación de espaciadores	
DES	Aplicación de desmoldante	



Fuente: Edición propia.

Tabla 108. Nivel general de actividad de la cuadrilla de encofrado. Datos después de aplicar Lean Construction.

ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA DE ENCOFRADO																	
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNA / PLACA																	
TIPO	ACTIVIDAD	Ope1	Ope2	Ope3	Ope4	Ope5	Ope6	Ope7	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	CANTIDAD	%TOTAL	%TRABAJO	%
TP	CF	19	15	15	15	14	15	14	0	0	0	0	0	107	26.29%	49.51%	53.10%
	CP	4	7	7	6	8	8	9	0	0	0	0	0	49	12.04%	22.67%	
	CE	3	4	4	5	2	0	2	3	3	3	3	3	35	8.60%	16.20%	
	DES	2	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	3	26	6.39%	12.03%	
	Subtotal%	82.35%	82.35%	82.35%	82.35%	71.43%	72.73%	74.29%	17.65%	17.65%	17.65%	18.75%	17.65%				
TC	AA	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	10	2.46%	5.99%	41.00%
	AH	2	2	2	2	3	2	2	12	14	12	10	6	69	16.95%	41.35%	
	AV	0	0	0	0	0	0	0	12	10	12	12	18	64	15.72%	38.35%	
	I	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	1.23%	3.00%	
	MC	1	1	1	1	4	5	5	0	0	0	0	0	18	4.42%	10.79%	
Subtotal%	11.76%	11.76%	11.76%	11.76%	22.86%	21.21%	20.00%	76.47%	76.47%	76.47%	75.00%	76.47%					
TNC	SH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	5.90%	99.95%	5.90%
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	Subtotal%	5.88%	5.88%	5.88%	5.88%	5.71%	6.06%	5.71%	5.88%	5.88%	5.88%	6.25%	5.88%				
TOTAL		34	34	34	34	35	33	35	34	34	34	32	34	407	100.00%		100.00%



Fuente: Edición propia.

En la Tabla 108 observamos la cuantificación de las actividades realizadas por cada trabajador para luego interpretar los resultados del trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC) de cada partida, en este caso de las partidas de acero, concreto y encofrado. A continuación, se mostrará una tabla los resultados de los trabajos después de aplicar Lean Construction en la partida de concreto. Ver Tabla 113.

Tabla 109. Resultado del trabajo general - encofrado (después de aplicar Lean Construction).

DESCRIPCION	DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION		
	T.P	T.C	T.N.C
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	53.10%	41.00%	5.90%

Fuente: Edición propia.

En la Tabla 109, se observa que después de aplicar Lean Construction; la cuadrilla de concreto realizó actividades representando un trabajo productivo de 53.10%, así como también un trabajo contributorio de 41.00% y un trabajo no contributorio de 5.90 %. A continuación, se mostrará la comparación de los resultados representados en porcentaje del antes y después de aplicar Lean Construction:

Tabla 110. Comparativo del antes y después de la aplicación Lean Construction, en la partida de encofrado.

DESCRIPCION	ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION			DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION		
	T.P	T.C	T.N.C	T.P	T.C	T.N.C
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	38.06%	46.92%	15.02%	53.10%	41.00%	5.90%

Fuente: Edición propia.

En la Tabla 110 podemos apreciar la efectividad en la producción de la partida de concreto, ya que, se observa un aumento de 15% entre el antes y después del trabajo productivo y una reducción considerable de 9% en el trabajo no contributorio. Esta efectividad se percibe debido a la aplicación de propuestas de mejoras previamente identificando las actividades no contributorias.

4.3. RESULTADO 3:

Se analizarán las restricciones en el lookahead plannig de la semana 1 antes de aplicar Lean Construction, para luego observar el lookahead plannig de las semanas 2 y 3 después de haber aplicado Lean Construction. A continuación, se mostrarán en las figuras 37, 38 y 39 las restricciones que generarían el incumplimiento de la programación.

Figura 37. Análisis de restricciones - Semana 1.

PROYECTO GONZALES 1		LOOKAHEAD PLANNING							ANÁLISIS DE RESTRICCIONES									
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UND	SEMANA 1							MANO DE OBRA	MATERIAL	EQUIPO Y HERR.	INFORMACIÓN	PROGRAMACIÓN	ESPALCO	PERMISOS	A. EXTERNOS	LIBERADO	DESCRIPCIÓN
		L	M	X	J	V	S	D										
		21-Ago	22-Ago	23-Ago	24-Ago	25-Ago	26-Ago	27-Ago										
ESTRUCTURAS (CASCO)																		
Acero - Columnas	kg	S1-S1	S1-S2															
Encofrado - Columnas	m ²	S1-S1	S1-S2						F	F						SI	Habilitación de paneles fenólicos	
Concreto - Columnas	m ³		S1-S1	S1-S2														
Desencofrado - Columnas	m ²			S1-S1	S1-S2													
Acero - Placas	kg	S1-S1	S1-S2															
Encofrado - Placas	m ²	S1-S1	S1-S2						F	F						SI	Habilitación de paneles fenólicos	
Concreto - Placas	m ³		S1-S1	S1-S2														
Desencofrado - Placas	m ²			S1-S1	S1-S2													
Encofrado - Vigas	m ²				S1-S1	S1-S2			F	F						NO	Habilitación de paneles fenólicos	
Acero - Vigas	kg					S1-S1	S1-S2											
Encofrado - Escaleras	m ²																	
Acero - Escaleras	kg																	
Encofrado - Losas	m ²				S1-S1	S1-S2			F	F						NO	Habilitación de paneles fenólicos	
Acero - Losas	kg					S1-S1	S1-S2											
Instalaciones eléctricas	pto																	
Instalaciones sanitarias	pto																	
Concreto - Losas/Escaleras	m ³																	
Desencofrado - Losas/Escaleras	m ²																	

Fuente: Edición propia

Figura 38. Análisis de restricciones - Semana 2.

PROYECTO GONZALES 1		LOOKAHEAD PLANNING							ANÁLISIS DE RESTRICCIONES									
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UND	SEMANA 2							MANO DE OBRA	MATERIAL	EQUIPO Y HERR.	INFORMACIÓN	PROGRAMACIÓN	ESPACIO	PERMISOS	A. EXTERNOS	LIBERADO	DESCRIPCIÓN
		L	M	X	J	V	S	D										
		28-Ago	29-Ago	30-Ago	31-Ago	1-Set	2-Set	3-Set										
ESTRUCTURAS (CASCO)																		
Acero - Columnas	kg			S2-S1	S2-S2													
Encofrado - Columnas	m ²			S2-S1	S2-S2				F						F	SI	Habilitación de paneles fenólicos por etapas	
Concreto - Columnas	m ³				S2-S1	S2-S2												
Desencofrado - Columnas	m ²					S2-S1	S2-S2											
Acero - Placas	kg			S2-S1	S2-S2													
Encofrado - Placas	m ²			S2-S1	S2-S2				F						F	SI	Habilitación de paneles fenólicos por etapas	
Concreto - Placas	m ³				S2-S1	S2-S2												
Desencofrado - Placas	m ²					S2-S1	S2-S2											
Encofrado - Vigas	m ²						S2-S1	S2-S2	F						F	SI	Habilitación de paneles fenólicos por etapas	
Acero - Vigas	kg																	
Encofrado - Escaleras	m ²																	
Acero - Escaleras	kg	S1-S1	S1-S2															
Encofrado - Losas	m ²						S2-S1		F						F	SI	Habilitación de paneles fenólicos por etapas	
Acero - Losas	kg																	
Instalaciones eléctricas	pto	S1-S1	S1-S2												F	SI	Fin de instalaciones eléctricas	
Instalaciones sanitarias	pto	S1-S1	S1-S2												F	SI	Fin de instalaciones sanitarias	
Concreto - Losas/Escaleras	m ³																	
Desencofrado - Losas/Escaleras	m ²																	

Fuente: Edición propia.

Figura 39. Análisis de restricciones - Semana 3.

PROYECTO GONZALES 1		LOOKAHEAD PLANNING								ANÁLISIS DE RESTRICCIONES									
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UND	SEMANA 3								MANO DE OBRA	MATERIAL	EQUIPO Y HERR.	INFORMACIÓN	PROGRAMACIÓN	ESPACIO	PERMISOS	A. EXTERNOS	LIBERADO	DESCRIPCIÓN
		L	M	X	J	V	S	D											
		4-Set	5-Set	6-Set	7-Set	8-Set	9-Set	10-Set											
ESTRUCUTURAS (CASCO)																			
Acero - Columnas	kg						S3-S2	S3-S2											
Encofrado - Columnas	m ²						S3-S1	S3-S2	F						F		SI	Habilitación de paneles fenólicos por etapas	
Concreto - Columnas	m ³							S3-S2											
Desencofrado - Columnas	m ²																		
Acero - Placas	kg						S3-S2	S3-S2											
Encofrado - Placas	m ²						S3-S1	S3-S2	F						F		SI	Habilitación de paneles fenólicos por etapas	
Concreto - Placas	m ³							S3-S2											
Desencofrado - Placas	m ²																		
Encofrado - Vigas	m ²	S2-S2							F						F		SI	Habilitación de paneles fenólicos por etapas	
Acero - Vigas	kg	S2-S1	S2-S2																
Encofrado - Escaleras	m ²		S2-S2						F						F		SI	Habilitación de paneles fenólicos por etapas	
Acero - Escaleras	kg		S2-S1	S2-S2															
Encofrado - Losas	m ²	S2-S2							F						F		SI	Habilitación de paneles fenólicos por etapas	
Acero - Losas	kg	S2-S1	S2-S2																
Instalaciones eléctricas	pto			S2-S1	S2-S2										F		SI	Fin de instalaciones eléctricas	
Instalaciones sanitarias	pto			S2-S1	S2-S2										F		SI	Fin de instalaciones sanitarias	
Concreto - Losas/Escaleras	m ³		S1-S1	S1-S2															
Desencofrado - Losas/Escaleras	m ²			S1-S1	S1-S2														

Fuente: Edición propia.

A continuación, se muestra en imagen una clasificación de restricciones:

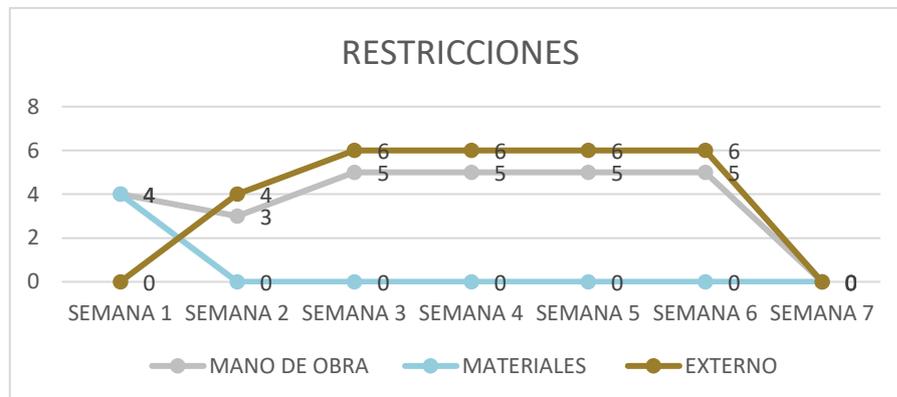
Figura 40. Clasificación de restricciones.

TRABAJO PREVIO	Partidas antecesoras sin culminarse para la continuación de los trabajos.
MANO DE OBRA	Cuadrillas sin la cantidad de obreros necesarios.
MATERIAL	Requerimiento de material pendiente.
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Requerimiento de equipos y herramientas pendientes.
INFORMACIÓN	No se cuentan con detalles, sea planos, especificaciones, etc.
PROGRAMACIÓN	No se cuenta o falta revisión de programaciones.
ESPACIO	No se cuenta con espacio físico disponible para realizar los trabajos.
EXTERNO	Agentes o motivos ajenos a la obra.

Fuente: (Chavez Espinoza & De la cruz Aquije, 2014).

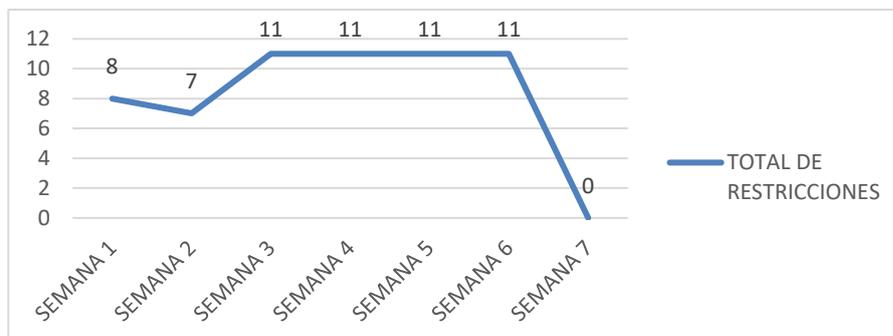
Para identificar las restricciones podemos representarlas mediante el siguiente gráfico:

Figura 41. Variación de restricciones con respecto al tiempo.



Fuente: Edición propia.

Figura 42. Variación total de restricciones por semana con respecto al tiempo.



Fuente: Edición propia.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- CONCLUSIÓN 1:

- Se concluye que generalmente el uso de la metodología tradicional muestra un desorden en cuanto a la planificación y ejecución de los procesos, es por ello que al momento de la ejecución se identifican una serie de actividades que no contribuyen al desarrollo óptimo del proyecto y por ende perjudican directamente al periodo del proyecto según el cronograma de actividades establecido. En mi opinión generalmente los proyectos desarrollados bajo la metodología tradicional son desarrollados a criterio y experiencia del profesional responsable, en el cual muchas veces aplican herramientas poco sofisticadas.
- Del presupuesto de estructuras anexado en el presente trabajo podemos ver que el costo directo con respecto a las partidas analizadas representa un monto de S/430,238.40 y las horas hombre presupuestadas para dichas partidas es de 32,880.00 HH; al dividir estos dos valores obtenemos un promedio de S/13.08/HH. Si observamos la Tabla 89 tenemos los resultados de variación de HH de las siguientes partidas: partida de concreto con 171.85 HH, partida de encofrado y desencofrado con 976.67 HH y por último la partida de acero con 696.40 HH, de las cuales al sumar estos valor tenemos un ahorro total de 1,844.92 HH; por lo tanto al multiplicar el valor promedio de S/13.08/HH por el ahorro total de 1,844.92 HH tenemos un monto de S/24,131.55 el cual representa un resultado óptimo, es por ello que se concluye una mejora considerable en la productividad al realizar la aplicación de las herramientas de Lean Construction en la ejecución del proyecto.

- **CONCLUSIÓN 2:**

- Podemos concluir que al realizar un análisis mediante el uso de herramientas como la carta balance podemos identificar las actividades que no contribuyen al desarrollo óptimo de un proceso en específico y realizar propuestas de mejora para reducir o eliminar dichas actividades. Si analizamos las cartas balance del antes de aplicar Lean Construction podemos ver que presenta un desorden en cuanto al proceso de actividades, es por ello que se concluye que es muy importante realizar reuniones constantes con todos los involucrados para definir claramente las funciones y responsabilidades para generar así un mejor orden y planificación de procesos, así se evitaría los tiempos de espera.
- Con respecto a los resultados del trabajo productivo en las partidas de estructuras las cuales se eligieron las más importantes que son: acero, encofrado y concreto. Tenemos que en la partida de acero el trabajo productivo mejoró en un 10 % y que el trabajo no contributorio se redujo en un 9%; en el caso de la partida de encofrado el trabajo productivo mejoró en un 15% y que el trabajo no contributorio se redujo en un 9% y por último en la partida de concreto el trabajo productivo mejoró en un 6% y el trabajo no contributorio se redujo en un 10%, es por ello que podemos concluir que hay una variación positiva considerable entre el antes y después de aplicar las herramientas de la filosofía Lean Construction.

- **CONCLUSIÓN 3:**

- Se concluye que la aplicación de este tipo de herramientas nos permite realizar un análisis de forma didáctica para luego comparar el desarrollo de ejecución de ciertas partidas de un proyecto tanto bajo el enfoque tradicional como el enfoque Lean Construction, con el fin de demostrar la efectividad e importancia de mejorar la productividad en el ciclo de vida de un proyecto. Para una empresa constructora sería muy beneficioso aplicar este tipo de herramientas, ya que, mejoraría la eficiencia en cualquier etapa del proyecto y como consecuencia de ello sería más competente en el sector construcción, ya que, pese a que hace varios años se viene aplicando esta filosofía Lean Construction en el sector construcción, en nuestro país existen muchas empresas que siguen realizando sus proyectos mediante la metodología tradicional.
- Al analizar las cartas balance y el lookahead planning de dichas partidas podemos describir de forma más clara todas las restricciones presentadas. Se observaron limitaciones en actividades debido a la falta de coordinación por parte de los responsables del proyecto, como por ejemplo en el caso de la partida de concreto, se generó un tiempo de espera debido a que en la actividad de vaciado de concreto en columnas y placas, el personal solo contaba con una maquina vibradora y esta no fue revisada previamente el cual en el momento de vaciado se malogró y tuvieron que llevarla inmediatamente al técnico generando así una serie de consecuencias perjudiciales al proceso de ejecución. Otro caso presentado fue en la partida de encofrado en el cual se solicitó la compra de 20 paneles fenólicos y fue rechazado por parte de gerencia se tuvo que modificar la programación de armado de acero, encofrado y vaciado de concreto en 2 etapas por nivel.

5.2. RECOMENDACIONES BASADAS EN LOS RESULTADOS

- Según a los resultados obtenidos en este trabajo, se recomienda aplicar la metodología Lean Construction, ya que, el uso correcto de estas herramientas genera un orden y una mejor productividad en cualquier etapa de un proyecto, en este caso hemos podido observar los resultados de ahorro en cuanto a rendimiento y costo en el presupuesto de estructuras y por ende garantiza que el proyecto cumpla con el periodo de programación.
- Según a los resultados de las cartas balance se recomienda realizar constantemente reuniones con todos los involucrados de un proyecto para que todo el ciclo de vida de dicho proyecto se lleve de una forma más organizada y así poder identificar todas las limitaciones o restricciones posibles y realizar un plan de acción.
- Se recomienda a los lectores investigar más y analizar sobre el uso de esta y otras nuevas metodologías que aportan en la mejora de la productividad de un proyecto en planificación o en ejecución. Si generamos mayor información e investigación sobre la aplicación de estas nuevas metodologías en el sector construcción, estaremos generando un enfoque más amplio con aplicaciones en proyectos reales los cuales será muy útil para las nuevas generaciones.
- Para obtener buenos resultados con la aplicación de las herramientas Lean Construction, se recomienda primeramente identificar las partidas más representativas en el cronograma y presupuesto, para así realizar un análisis exhaustivo a las actividades y así poder prever algún tipo de limitación; todo esto con la finalidad de mejorar la productividad y por ende generar ahorro en costos de presupuesto y garantizar el cumplimiento de la programación.

REFERENCIAS

- (s.f.). Obtenido de <https://evalore.es/que-es-lean-construction>
- (s.f.). Obtenido de <http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>
- Alarcon, L., & Pellicer, E. (2009). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas.
- Ballard, G. (1999). What is lean construction. California: Copyright.
- Ballard, G. (2008). *The Lean Project Delivery System: An Update*, 5.
- Ballard, H. G. (2000). *The last planner system of production control*. California.
- Bermúdez Garcia, J. E. (2013). Investigación científica en el Perú: factor crítico de éxito para el desarrollo del país. *Sinergia e Innovación*.
- Bertelsen, S. (2004). Lean Construction: where are we and how to proceed? 46-49.
- Brioso Lescano, X. M. (2015). *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*. Madrid.
- Burleje Revilla, K. E. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía lean construction*. Lima.
- Chavez Espinoza, J. R., & De la cruz Aquije, C. A. (2014). *APLICACION DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN UNA OBRA DE EDIFICACION*. LIMA.
- <http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>. (s.f.).
- <http://giovannycifuentes.com/tipos-de-desperdicios-en-lean/>. (s.f.).
- <https://evalore.es/que-es-lean-construction>. (s.f.).
- <https://www.explicacion.net/ciclo-de-vida-de-un-proyecto/>. (s.f.). Obtenido de <https://www.explicacion.net/ciclo-de-vida-de-un-proyecto/>.
- Koskela, L. (1999). Application of the new production philosophy to construction. stanford.
- Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.

- Ramírez herrada, C. F. (2012). *Optimización de procesos constructivos en el condominio Bolognesi* . Lima.
- www.acarquitectos.com.pe. (s.f.).
- www.acarquitectos.com.pe. (2020).
- www.practicorte.com. (s.f.).

ANEXOS

Anexo 1

- Panel Fotográfico – Proyecto “Gonzales I”
- Resumen del presupuesto total del proyecto “Gonzales I”
- Presupuesto total del proyecto “Gonzales I”

Anexo 2

- Planos de estructura s del proyecto “Gonzales I”
- Cronograma de obra del proyecto “Gonzales I”
- SCTR del personal de la empresa “Irrazabal contratistas”
- Valorización de estructuras – tipo de modelo

Anexo 3

- Informe técnico de supervisión de calidad en proyecto “Villegas”
- Metrados de muros del proyecto “Gonzales I”
- Presupuesto de arquitectura – mano de obra en proyecto “Gonzales I”
- Cuadro comparativo de cotizaciones de pintura en proyecto “Gonzales I”
- Informe de descargo al municipio – “Gonzales I”
- Formatos de seguridad – Constructora Garay S.A.C.
- Orden de pedido de ladrillo blanco – Proyecto “Gonzales I”