

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER® PARA
LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS OBRAS DE LA
EMPRESA CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F DE LA
CIUDAD DE TRUJILLO**

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DE PROYECTOS

AUTOR: Bach. TORRES MANOTUPA, YOSIP EDUARDO

ASESOR: Ms. VARGAS CÁRDENAS, CARLOS MANUEL

TRUJILLO-PERÚ

2016

N° de Registro:

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER® PARA
LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS OBRAS DE LA
EMPRESA CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F DE LA
CIUDAD DE TRUJILLO**

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DE PROYECTOS

AUTOR: Bach. TORRES MANOTUPA, YOSIP EDUARDO

ASESOR: Ms. VARGAS CÁRDENAS, CARLOS MANUEL

TRUJILLO-PERÚ

2016

N° de Registro:

JURADO CALIFICADOR

.....
Ing. Villalobos Vargas Manuel Antonio
Presidente

.....
Ing. García Naranjo Bustos Manuel
Secretario

.....
Ing. Vega Benites Jorge Antonio
Vocal

.....
Ing. Vargas Cárdenas Carlos
Asesor

INFORME FINAL TERMINACIÓN DE TESIS

Señor Maestro : Ing. Lujan Silva Enrique Francisco
 Director Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Asunto : Informe Final de asesoramiento de tesis

Fecha : Trujillo, 02 de Diciembre de 2016.

---De conformidad con el Art. 196 del Reglamento General, Reglamento Docente y de Grados y Títulos de la Universidad Privada “Antenor Orrego”, cumplo con emitir informe final del asesoramiento de la Tesis: "Implementación del Sistema Last Planner® para la Mejora de la Productividad de las Obras de la Empresa Corporación Inmobiliaria F&F de la Ciudad de Trujillo” del Bachiller: Torres Manotupa Yosip Eduardo, nombrado con Resolución N°01047-2015-FI-UPAO.

La tesis antes mencionada está completamente terminada y conforme a la guía de presentación de tesis de la Escuela de Ingeniería Civil y con el rigor científico que amerita, quedando expedita para su evaluación por parte del jurado y las instancias que crea convenientes.

Por lo expuesto, agradeceré a usted, tomar en consideración el presente trabajo, y se le designe el Jurado, para su evaluación y sustentación respectiva.

Atentamente,

.....
Ing. Vargas Cárdenas Carlos

Cod. Upao 000000851

Asesor

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. GENERALIDADES.....	5
1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.1.1. ANTECEDENTES.....	5
1.1.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES	5
1.1.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	7
1.1.2. JUSTIFICACIÓN	9
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.3. OBJETIVOS	11
1.3.1. OBJETIVOS GENERALES	11
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
1.4. HIPÓTESIS.....	11
1.5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
1.5.1. MATERIAL DE ESTUDIO.....	12
1.5.1.1. POBLACIÓN.....	12
1.5.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS	12
1.5.2.1. MÉTODO	12
1.5.2.2. TÉCNICA	12
1.5.2.3. PROCEDIMIENTO	13
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1.1. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN	14

2.1.1.1.	DEFINICIÓN.....	14
2.1.1.2.	GESTIÓN DE PROYECTOS.....	15
2.1.2.	INTRODUCCIÓN AL LEAN CONSTRUCTION	15
2.1.2.1.	LA NECESIDAD DE UN CAMBIO DE MODELO PRODUCTIVO.....	17
2.1.2.1.1.	MODELO TRADICIONAL	17
2.1.3.	LA FILOSOFÍA LEAN COMO RESPUESTA AL CAMBIO, INICIOS DEL LEAN THINKING	18
2.1.3.1.	UNA BREVE RESEÑA HISTÓRICA	18
2.1.3.1.1.	EL FORDISMO 1913-1914.....	18
2.1.3.1.2.	SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA.....	19
2.1.3.2.	TRIÁNGULO LEAN.....	21
2.1.3.3.	PRINCIPIOS LEAN	22
2.1.3.4.	LEAN CONSTRUCTION	26
2.1.3.4.1.	HISTORIA	26
2.1.3.4.2.	PRINCIPIOS.....	26
2.1.4.	EL LAST PLANNER SYSTEM.....	27
2.1.4.1.	INTRODUCCIÓN A LPS	27
2.1.4.1.1.	HISTORIA DEL LPS	27
2.1.4.1.2.	SE PUEDE, SE DEBERÍA, SE HARÁ	29
2.1.4.1.3.	PRERREQUISITOS Y RESTRICCIONES.....	33
2.1.4.1.4.	PULL VS PUSH	35
2.1.4.1.5.	BUFFERS DE PROGRAMACIÓN.....	36
2.1.4.1.6.	TIPOS DE BUFFERS	36
2.1.4.1.7.	VARIABILIDAD.....	37
2.1.4.1.8.	FIRST RUN STUDIES	38

2.1.4.1. ELEMENTOS DEL LAST PLANNER SYSTEM®	40
2.1.4.1.1. PLAN MAESTRO	41
2.1.4.1.2. PROGRAMA DE FASES: PULL SESSION	42
2.1.4.1.3. LOOKAHEAD PROGRAM.....	43
2.1.4.1.3.1. DEFINICIÓN DEL INTERVALO DE TIEMPO DEL LOOKAHEAD	44
2.1.4.1.3.2. DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA PLANIFICACIÓN LOOKAHEAD	44
2.1.4.1.3.3. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	45
2.1.4.1.3.4. PLAN DE TRABAJO SEMANAL (PTS)	46
2.1.4.1.4. PROGRAMACIÓN DE TRABAJO SEMANAL.....	46
2.1.4.1.4.1. PORCENTAJE DE PROGRAMA CUMPLIDO.....	47
2.1.4.1.4.2. REUNIÓN SEMANAL DE COORDINACIÓN	48
2.1.4.1.5. PROGRAMACIÓN DE TRABAJO DIARIO	49
III. IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM® EN LA EMPRESA CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F	50
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	50
3.1.1. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	51
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	53
3.2.1.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	55
3.2.1.2. PRESUPUESTO DE OBRA.....	56
3.2.1.3. CUADRO DE SUPERFICIES.....	57
3.2.1.4. ORGANIGRAMA DE OBRA.....	58
3.3. PLANEAMIENTO INICIAL (TRADICIONAL).....	58
3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM®.....	60

3.4.1.	CÁLCULOS DE CAPACIDAD DE TRABAJO (PROGRAMACIÓN A RITMO CONSTANTE DE TRABAJO)	60
3.4.1.1.	ESTUDIO DE CICLOS DE TORRE-GRÚA	60
3.4.1.2.	SECUENCIAS DE PARTIDAS POR JORNADA	73
3.4.1.3.	TRENES DE TRABAJO – SECTORIZACIÓN.....	73
3.4.1.3.1.	INFORMACIÓN PRELIMINAR PARA SECTORIZACIÓN.....	74
3.4.1.3.2.	METODOLOGÍA DE SECTORIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN	74
3.4.2.	METODOLOGÍA DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	87
3.4.2.1.	PULL PLANNING O PULL SESSION	87
3.4.2.2.	PLAN MAESTRO	89
3.4.2.3.	4 WEEK LOOKAHEAD PLAN.....	92
3.4.2.4.	PLANILLA DE RESTRICCIONES	96
3.4.2.5.	PLAN DE TRABAJO SEMANAL (PTS)	98
3.4.2.1.	PROGRAMACIÓN DIARIA	103
3.4.2.2.	REUNIONES DIARIAS	106
3.4.2.3.	REUNION SEMANAL DE COORDINACIÓN	107
3.4.3.	HERRAMIENTAS DE GESTIÓN	111
3.4.3.1.	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)	111
3.4.3.2.	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO (CNC)	116
3.4.3.2.1.	GESTIÓN DE LAS CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	117
3.4.3.3.	INDICE DE PRODUCTIVIDAD	120
IV.	RESULTADOS	130
4.1.	TRABAJO DE GABINETE	130
4.2.	DE LA IMPLEMENTACIÓN	138

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	159
5.1. GRÁFICO COMPARATIVO DE LA MISMA PARTIDA ENTRE OBRAS DE LA MISMA EMPRESA.....	159
5.2. PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO.....	160
5.3. CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO.....	161
5.4. PORCENTAJE DE IMPLEMENTACIÓN DEL LPS.....	161
5.5. FLUJOGRMA DEL PROCESO DEL LPS.....	164
5.6. DE LOS PROVEEDORES.....	165
VI. CONCLUSIONES.....	166
VII.RECOMENDACIONES.....	168
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	169
IX. ANEXOS.....	170
9.1. FORMATOS IMPLEMENTADOS.....	170
9.2. CUADROS.....	174
9.3. PANEL FOTOGRÁFICO.....	179
9.4. PLANOS.....	187

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Sistema de Producción del Fordismo. Fuente: Jorge Miranda</i>	19
<i>Ilustración 2. Sistema de Producción Toyota. Fuente: Internet</i>	21
<i>Ilustración 3: Triángulo Lean. Fuente: Eugenio Pellicer</i>	22
<i>Ilustración 4. Las 3M. Fuente: Carlos Cagna Vallino</i>	23
<i>Ilustración 5. Tipos de Pérdidas. Fuente: Jorge Miranda</i>	24
<i>Ilustración 6. Transformación del proceso. Fuente: Koskela 1992</i>	26
<i>Ilustración 7. Inspecciones durante el proceso. Fuente: Koskela 1992</i>	27
<i>Ilustración 8. Sistema Tradicional de Planificación (Push) Fuente: Sabbatino 2011</i>	29
<i>Ilustración 9. Proceso de Plan Corto Plazo. Alarcón, 2008</i>	30
<i>Ilustración 10. Interacción de actividades planificadas (Alarcón, 2001)</i>	30
<i>Ilustración 11. Interrelación actividades planificadas. Fuente: Alarcón 2001</i>	31
<i>Ilustración 12. Cuadro resumen de la metodología LPS. Fuente: GEPUC 2010</i>	32
<i>Ilustración 13. Interrelación entre actividades aplicando LPS. Fuente: Alarcón 2001</i>	32
<i>Ilustración 14. Funcionamiento básico Last Planner System. Fuente: Ballard 2000</i>	33
<i>Ilustración 15. Diferencia gráfica entre sistemas Push y Pull</i>	35
<i>Ilustración 16. Actuación del Buffer. Fuente: Jorge Miranda</i>	36
<i>Ilustración 17. Tipos de Buffers. Fuente: Jorge Miranda</i>	37
<i>Ilustración 18. Ejemplo de Primera Ejecución de Estudio de una partida. Fuente: Jorge Miranda</i>	39
<i>Ilustración 19. Procesos en el Planeamiento LPS. Fuente: Ballard 2012</i>	40
<i>Ilustración 20. Cadena de Compromisos. Fuente: Jorge Miranda</i>	41
<i>Ilustración 21. Muestra post-it. Fuente: Elaboración propia</i>	42
<i>Ilustración 22. Muestra post-it. Fuente: Elaboración Propia</i>	43
<i>Ilustración 23. Revisión de actividades antes del Lookahead. Fuente: Ballard 2000</i>	45
<i>Ilustración 24. Ejemplo programación semanal de actividades. Fuente: Aesa Constructores</i>	46
<i>Ilustración 25. Porcentaje Programa Cumplido. Ballard 2000</i>	47
<i>Ilustración 26. Porcentaje de Programa Completado. Fuente: Elaboración propia</i>	48
<i>Ilustración 27: Proyectos de la Corporación Inmobiliaria F&F Fuente: Elaboración Propia</i>	50
<i>Ilustración 28. Organigrama Corporación Inmobiliaria F&F. Fuente: Elaboración Propia</i>	52
<i>Ilustración 29. Vista en planta del primer nivel del Proyecto Residencial El Roble. Fuente: Elaboración Propia</i>	54
<i>Ilustración 30. Render 3D de las dos fachadas del Proyecto. Fuente: Elaboración Propia</i>	55
<i>Ilustración 31. Ubicación del Proyecto Residencial El Roble. Fuente: Elaboración Propia</i>	56
<i>Ilustración 32. Diagrama de Gantt del proyecto. Fuente: Elaboración Propia</i>	59
<i>Ilustración 33. Especificaciones Técnicas de Torre-Grúa. Fuente: Grupo Impulsa</i>	60
<i>Ilustración 34. Layout del Proyecto Piso 1. Fuente: Elaboración Propia</i>	61
<i>Ilustración 35: Layout del Proyecto Piso 15. Fuente: Elaboración Propia</i>	61
<i>Ilustración 36. Elevación de Torre-Grúa. Fuente: Elaboración Propia</i>	62
<i>Ilustración 37. Ciclo Torre-Grúa hasta 3 pisos. Fuente: Elaboración Propia</i>	63
<i>Ilustración 38. Ciclo Torre-Grúa hasta 6 pisos. Fuente: Elaboración Propia</i>	65
<i>Ilustración 39. Ciclo Torre-Grúa hasta 9 pisos. Fuente: Elaboración Propia</i>	67

<i>Ilustración 40. Ciclo Torre-Grúa hasta 12 pisos. Fuente: Elaboración Propia</i>	69
<i>Ilustración 41. Ciclo Torre-Grúa hasta 15 pisos. Fuente: Elaboración Propia</i>	71
<i>Ilustración 42. Ciclos de partidas por Jornada. Fuente: Elaboración Propia</i>	73
<i>Ilustración 43. Programación de avance para un nivel. Fuente: Elaboración Propia</i>	82
<i>Ilustración 44. Trabajos diarios. Fuente: Elaboración Propia</i>	86
<i>Ilustración 45. Sectorización para muros. Fuente: Elaboración Propia</i>	99
<i>Ilustración 46. Programación de encofrado y colocación de concreto en muros – Semana 16. Fuente: Elaboración Propia</i>	100
<i>Ilustración 47. Programación de encofrado de losas – Semana 16. Fuente: Elaboración Propia</i>	101
<i>Ilustración 48. Programación de colocación de concreto en losas – Semana 16. Fuente: Elaboración Propia</i>	102
<i>Ilustración 49. Programación diaria de Actividades, día 23/10. Fuente: Elaboración Propia</i>	106
<i>Ilustración 50. Reuniones diarias. Fuente: Elaboración Propia</i>	107
<i>Ilustración 51. Inspección de los procesos de control. Fuente: Elaboración Propia</i>	118
<i>Ilustración 51. Índice de Productividad - Encofrado Metálico en Muros. Fuente: Elaboración</i>	129
<i>Ilustración 52. Sectorización de Muros Nivel 1. Fuente: Elaboración Propia</i>	138
<i>Ilustración 53. Sectorización de Muros Nivel 2. Fuente: Elaboración Propia</i>	138
<i>Ilustración 54. Sectorización de Muros Nivel 3. Fuente: Elaboración Propia</i>	139
<i>Ilustración 55. Sectorización de Muros Nivel 4. Fuente: Elaboración Propia</i>	139
<i>Ilustración 56. Sectorización de Muros Nivel 5. Fuente: Elaboración Propia</i>	140
<i>Ilustración 57. Sectorización de Muros Nivel 6. Fuente: Elaboración Propia</i>	140
<i>Ilustración 58. Sectorización de Muros Nivel 7. Fuente: Elaboración Propia</i>	141
<i>Ilustración 59. Sectorización de Muros Nivel 8. Fuente: Elaboración Propia</i>	141
<i>Ilustración 60. Sectorización de Muros Nivel 9. Fuente: Elaboración Propia</i>	142
<i>Ilustración 61. Sectorización de Muros Nivel 10. Fuente: Elaboración Propia</i>	142
<i>Ilustración 62. Sectorización de Muros Nivel 11. Fuente: Elaboración Propia</i>	143
<i>Ilustración 63. Sectorización de Muros Nivel 12. Fuente: Elaboración Propia</i>	143
<i>Ilustración 64. Sectorización de Muros Nivel 13. Fuente: Elaboración Propia</i>	144
<i>Ilustración 65. Sectorización de Muros Nivel 14. Fuente: Elaboración Propia</i>	144
<i>Ilustración 66. Sectorización de Muros Nivel 15. Fuente: Elaboración Propia</i>	145
<i>Ilustración 67. Sectorización de Muros Nivel 16. Fuente: Elaboración Propia</i>	145
<i>Ilustración 68. Sectorización de Muros Nivel 17. Fuente: Elaboración Propia</i>	146
<i>Ilustración 69. Sectorización de Vigas. Fuente: Elaboración Propia</i>	146
<i>Ilustración 70. Sectorización de Encofrado de Losas. Fuente: Elaboración Propia</i>	147
<i>Ilustración 71. Sectorización de Colocación de Concreto en Losas. Fuente: Elaboración Propia</i>	147
<i>Ilustración 72. Comparación de rendimientos de la partida de encofrado de muros entre las obras, “El Parque 2” y El Roble”. Fuente: Elaboración Propia</i>	159
<i>Ilustración 72. Porcentaje de Plan Cumplido del Proyecto. Fuente: Elaboración Propia</i>	160
<i>Ilustración 73. Causas de No Cumplimiento. Fuente: Elaboración Propia</i>	161
<i>Ilustración 74. Gráfico de % de Implementación del Last Planner System® en la Empresa Corporación Inmobiliaria F&F. Fuente: Elaboración Propia</i>	162
<i>Ilustración 75. Flujograma de los elementos del Last Planner System®. Fuente: Think Productivity</i>	164
<i>Ilustración 76. Replanteo de cotas del proyecto. Fuente: Elaboración Propia</i>	179
<i>Ilustración 77. Revisión del avance diario. Fuente: Elaboración Propia</i>	179

<i>Ilustración 78. Trabajos diarios. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>180</i>
<i>Ilustración 79. Apuntalamiento de estructura de losa. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>181</i>
<i>Ilustración 80. Colocación de concreto con torre-grúa. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>181</i>
<i>Ilustración 81. Encofrado de muros de cisterna y cuarto de máquinas. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>182</i>
<i>Ilustración 82. Techo de tanque elevado previo al vaciado. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>182</i>
<i>Ilustración 83. Verificación del avance diario. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>183</i>
<i>Ilustración 84. Previo al vaciado de muros. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>183</i>
<i>Ilustración 85. Verificación del mantenimiento de la torre-grúa. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>184</i>
<i>Ilustración 86. Carguío del balde concretero. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>184</i>
<i>Ilustración 87. Izaje de materiales cerámicos. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>185</i>
<i>Ilustración 88. Inicio de colocación de ladrillo pastelero en último techo. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>185</i>
<i>Ilustración 89. Inicio de trabajos de pintura – enyesado de juntas del encofrado metálico. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>186</i>
<i>Ilustración 90. Inicio de enchape de porcelanatos. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>186</i>
<i>Ilustración 91. Plano de muros. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>187</i>
<i>Ilustración 92. Plano de encofrados. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>187</i>
<i>Ilustración 93. Plano de platea de cimentación. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>188</i>
<i>Ilustración 94. Plano de seguridad. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>188</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Producción Tradicional vs. Producción Lean. Fuente: Jorge Miranda</i>	18
<i>Tabla 2. Producción Convencional y Producción LEAN. Fuente: Campero y Alarcón, 2008.</i>	28
<i>Tabla 3. Listado restricciones. Fuente: Elaboración Propia</i>	34
<i>Tabla 4. Definiciones Básicas. Fuente: Jorge Miranda</i>	35
<i>Tabla 5. Tabla de Porcentajes de Actividades Predecesoras. Fuente Capítulo Peruano LCI, 2012</i>	38
<i>Tabla 6. Programación Maestra de casco estructural. Fuente Orihuela (2011)</i>	41
<i>Tabla 7. Formato Programación Diaria. Fuente: Aesa Constructora</i>	49
<i>Tabla 8. Resumen de Presupuesto. Fuente: Elaboración Propia</i>	56
<i>Tabla 9. Cuadro de Superficies. Fuente: Elaboración Propia</i>	57
<i>Tabla 10. Cuadro de Área. Fuente: Elaboración Propia</i>	57
<i>Tabla 11. Organigrama de Obra. Fuente: Elaboración Propia</i>	58
<i>Tabla 12. Peso total de balde concretero. Fuente: Elaboración Propia</i>	62
<i>Tabla 13. Datos 1er tramo de ciclo de colocación de concreto. Fuente: Elaboración Propia</i>	64
<i>Tabla 14. Datos 2do tramo de ciclo de colocación de concreto. Fuente: Elaboración Propia</i>	66
<i>Tabla 15. Datos 3er tramo de ciclo de colocación de concreto. Fuente: Elaboración Propia</i>	68
<i>Tabla 16. Datos 4to tramo de ciclo de colocación de concreto. Fuente Elaboración Propia</i>	70
<i>Tabla 17. Datos 5to tramo de ciclo de colocación de concreto. Fuente: Elaboración Propia</i>	72
<i>Tabla 18. Planilla resumen de metrado de muros. Fuente: Elaboración Propia</i>	75
<i>Tabla 19. Planilla resumen de metrado de losas. Fuente: Elaboración Propia</i>	76
<i>Tabla 20. Planilla resumen de metrado de vigas. Fuente: Elaboración Propia</i>	77
<i>Tabla 21. Trenes de trabajo propuestos. Fuente: Elaboración Propia</i>	78
<i>Tabla 22. Trenes de trabajo propuestos. Fuente: Elaboración Propia</i>	78
<i>Tabla 23. Planilla resumen de metrado de elementos estructurales del primer nivel. Fuente: Elaboración Propia</i>	79
<i>Tabla 24. Sectorización con un horizonte de 4 días. Fuente: Elaboración Propia</i>	79
<i>Tabla 25. Sectorización con un horizonte de 5 días. Fuente: Elaboración Propia</i>	79
<i>Tabla 26. Sectorización con un horizonte de 6 días. Fuente: Elaboración Propia</i>	80
<i>Tabla 27. Metrado por sector y por elemento. Fuente: Elaboración Propia</i>	81
<i>Tabla 28. Rendimientos de los elementos estructurales. Fuente: Elaboración Propia</i>	81
<i>Tabla 29. Cálculos de trenes de trabajo por día (1). Fuente: Elaboración Propia</i>	83
<i>Tabla 30. Cálculos de trenes de trabajo por día (2). Fuente: Elaboración Propia</i>	84
<i>Tabla 31. Planilla de cuadrillas para el primer nivel. Fuente: Elaboración Propia</i>	85
<i>Tabla 32. Plan Maestro de la parte estructural. Fuente: Elaboración Propia</i>	90
<i>Tabla 33. Plan Maestro. Fuente: Elaboración Propia</i>	91
<i>Tabla 34. 4 Week Lookahead Plan. Fuente: Elaboración Propia</i>	93
<i>Tabla 35. Lookahead de Materiales (1). Fuente: Elaboración Propia</i>	94
<i>Tabla 36. Lookahead de Materiales (2). Fuente: Elaboración Propia</i>	95
<i>Tabla 37. Responsables de Obra. Fuente: Elaboración Propia</i>	96
<i>Tabla 38. Planilla de Restricciones. Fuente: Elaboración Propia</i>	97
<i>Tabla 39. Plan de Trabajo Semanal Materiales - Acero. Fuente: Elaboración Propia</i>	98
<i>Tabla 40. Programación Diaria 1. Fuente: Elaboración Propia</i>	103

<i>Tabla 41. Programación Diaria 2. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 42. Programación Diaria 2. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 43. Agenda estandarizada de la reunión semanal de coordinación. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 44. Acta de Reunión Semanal de Programación. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 45. Asistentes a la Reunión Semanal de Programación. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 46. Cuadro de control del PPC. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 47. Cuadro de control del PPC. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 48. Cuadro de control de semanas. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 49. Cuadro de Control de PPC de tareas programadas, realizadas y meta. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 50. Gráfico de PPC acumulado. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 51. Codificación de las CNC. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 52. Orden de prelación de las CNC. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 53. Inspección del arranque de la obra. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 54. Ejemplo de la metodología de los 5 porqués. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 55. Cuadro de productividad operativa de las partidas de encofrado de muros 1. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 55. Cuadro de productividad operativa de las partidas de encofrado de muros 2. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 55. Cuadro de productividad operativa de las partidas de encofrado de muros 3. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 55. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros 1. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 55. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros 2. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 55. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros 3. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 55. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros 1. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 55. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros 2. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 55. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros 3. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 56. Metrado de Obra Parte 1. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 57. Metrado de Obra Parte 2. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 58. Metrado de Obra Parte 3. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 59. Metrado de Obra Parte 4. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 60. Metrado de Obra Parte 5. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 61. Metrado de Obra Parte 6. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 62. Metrado de Obra Parte 7. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 63. Resumen del tiempo total por ciclo en la Partida Colocación de Concreto en Muros. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 64. Resumen de Horarios de Torre-Grúa. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>137</i>

<i>Tabla 65. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Muros Parte 1. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 66. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Muros parte 2. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>149</i>
<i>Tabla 67. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Muros parte 3. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>150</i>
<i>Tabla 68. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Losas parte 1. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 69. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Losas parte 2. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 70. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Losas parte 3. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 71. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Vigas parte 1. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>154</i>
<i>Tabla 72. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Vigas parte 2. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>155</i>
<i>Tabla 73. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Vigas parte 3. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 74. Proveedores del Proyecto. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>157</i>
<i>Tabla 75. Áreas para ventas de Departamentos. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>158</i>
<i>Tabla 76. % de influencia de las CNC. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>158</i>
<i>Tabla 77. Cronograma de implementación del Last Planner System®. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>163</i>
<i>Tabla 78. Orden de Prelación de los proveedores. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>165</i>
<i>Tabla 79. Formato de Planificación a mediano plazo. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>170</i>
<i>Tabla 80. Formato de Lookahead de materiales. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 81. Formato de Plan de Trabajo Semanal. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>172</i>
<i>Tabla 82. Planilla de Restricciones. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>173</i>
<i>Tabla 83. Cálculo de cuadrillas de trabajo para la ejecución de un nivel dentro del proyecto, desde cuadrilla unitaria hasta cuadrilla total. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 84. APU materiales 1. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>175</i>
<i>Tabla 85. APU materiales 2. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>176</i>
<i>Tabla 86. APU materiales 3. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>177</i>
<i>Tabla 87. APU materiales 4. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>178</i>
<i>Tabla 88. Tren de Actividades Formulado. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>178</i>

DEDICATORIAS

Primero quiero agradecer **a Dios**, por ser el creador de la vida, y quien me ha dotado de capacidad, aptitudes, inteligencia y perseverancia para lograr este tan importante paso.

A mi madre, por el gran amor brindado, por haberme formado como un hombre de bien, por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla, no hay palabras en este mundo para agradecerte mamá.

A mi padre, por ser mi mejor concejo y mi guía, por su fuerza y apoyo incondicional en cada aspecto de mi vida.

A mis hermanos, **a Zelmit** por su ejemplo de lucha constante, por ser una mujer que me enseñado a luchar contra las adversidades, **a Evert** por ser mi cómplice a lo largo de todos estos años.

A mí amada **María** por haber llegado a mi vida y demostrarme verdadero amor y respeto.

Bach. Torres Manotupa Yosip Eduardo

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría que en estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo.

En especial al Ing. Paul León Escobar quien me compartió sus conocimientos, su experiencia, su motivación y por todo el apoyo recibido a lo largo de este tiempo de trabajo en proyectos en la ciudad de Trujillo.

También me gustaría agradecer a mi asesor, al Ing. Carlos Vargas Cárdenas por la orientación, dedicación y seguimiento hasta la finalización de este trabajo final.

A mi alma mater la Universidad Privada Antenor Orrego por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Y finalmente un agradecimiento muy especial por la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos.

A todos ellos, muchas gracias.

Bach. Torres Manotupa Yosip Eduardo

INTRODUCCIÓN

El sector construcción en nuestro país es muy conservador aún, es decir muy resistente a los cambios, gran reflejo de esta característica, son nuestros deficientes ratios con respecto a otros países de la región, los cuales, si han logrado implementar nuevas metodologías apoyadas además en herramientas digitales acorde a nuestros tiempos, como por ejemplo la Filosofía Lean Construction y BIM.

La filosofía Lean Production nace en Toyota en los años 70's en Japón, con el objetivo de buscar una manera distinta de producción, maximizando valor al cliente y minimizando todo tipo de pérdidas o desperdicios, es decir, agregar valor en todo sentido, he inclusive ir más allá de lo que necesita el cliente final.

Ya en el año 1992, Lauri Koskela escribe en la Universidad de Stanford un artículo sobre porque no aplicar los conceptos de Lean Production a la construcción, es aquí donde nace oficialmente el Lean Construction. Años más tarde Gleen Ballard junto a Grew Howel desarrollaron el Last Planner System®, es con esos conceptos que empezaron a implementar el Pensamiento Lean en el sector construcción.

Con el pasar de los años la Filosofía Lean Costruction se ha ido fomentando a nivel global, y el Perú no ha sido ajeno a estas nuevas prácticas tanto así que las grandes empresas nacionales ya han logrado su implementación, la deficiencia se encuentra en empresas medianas y pequeñas, las cuales todavía no logran cambiar ese chip de construir de la forma tradicional.

Por lo antes mencionado, y por el desarrollo y crecimiento actual en el sector construcción se dice que el Perú tiene una oportunidad tremenda de fomentar la filosofía Lean Construction, y no deberíamos darnos el lujo de desperdiciar tantos recursos en este intento, por ejemplo, lo que uno descubre es que los desperdicios de la

construcción son tremendos, el re trabajo que nadie lo mide en el mejor de los casos bordea el 15%, es decir nuestras obras son 15% más caras de las que deberían ser.

Otro factor importante es la manera de como planificamos las obras en el país, lo más probable es que en una oficina el residente o jefe de obra se sienta y comienza a planificar la obra, luego se hace un seguimiento periódico de obra, eso es toda la planificación. Realmente uno se da cuenta que sólo se trata de una actualización de una planificación y que solo estaba en la cabeza de alguien, nada más, a diferencia del Last Planner System®, el cual tiene como objetivo reunir a todo el equipo que va a interactuar en obra y entre todos pactar la organización y planificación de obra, estas reuniones periódicas nos sirven para revisar y resolver los problemas, verificando de que estamos cumpliendo los plazos que hemos acordado.

Trabajar como se ha trabajado siempre es decirle al residente, tienes un mes para terminar la obra, y este por más experiencia que tenga será incapaz de hacerlo, sino tiene una metodología que le ayude a generar todo el equipo que es necesario gestionar para llegar a la meta, es decir, con un simple seguimiento siempre estas por detrás de la planificación con lo que no puedes prever absolutamente nada, con el sistema de último planificador de lo que se trata es de estar siempre por delante de lo que va a pasar y no solo el jefe de obra, sino sobre todo el equipo, el jefe de obra es el que facilita toda la programación y facilita todo el sistema, pero es todo el equipo el que se compromete, de manera que no es el jefe de obra quien tiene la presión por llegar y los demás van trabajando a su ritmo, sino realmente la presión está en todos los compromisos pactados por todos los involucrados de obra.

RESUMEN

El presente trabajo surgió de la búsqueda de mejoras para la productividad en obras de edificación en la ciudad de Trujillo, de modo que se buscó implementar la herramienta denominada Last Planner Systemn o Sistema del Último Planificador de la filosofía Lean Construction en la empresa Corporación Inmobiliaria F&F, específicamente en su proyecto habitacional denominado “Residencial El Roble”. El proyecto por sus características arquitectónicas y estructurales se adecua perfectamente a la metodología a implementar. El estudio inicia realizando el plan maestro a seguir, para lo cual revisamos las especificaciones técnicas del proyecto y los metrados de la edificación. Luego de revisar y verificar los metrados realizamos el estudio de los trenes de trabajo (teoría de los lotes) más equilibrados posibles en todas las partidas, en este paso se necesita el apoyo del ingeniero encargado del diseño estructural, específicamente para evaluar los cortes debido a la sectorización en los elementos horizontales (losas y vigas), mientras se revisan los metrados la fundación sigue su curso y avanza paralelamente al trabajo de gabinete, luego de definir los trenes de trabajo se realiza el lookahead de producción y lookahead de materiales. El lookahead realizado tiene una visión de cuatro semanas y se elabora en reunión semanal, en esta reunión se fomenta la metodología e involucra a los miembros del equipo, llámese residente, jefe de campo, contratistas, capataces, almacén, logística, además de ayudarnos en la elaboración del análisis de restricciones de las partidas a ejecutar en las siguientes semanas, también se revisa el porcentaje de trabajo ejecutado y otras actividades que puedan afectar el desarrollo del proyecto, además de buscar oportunidades de mejora en la ejecución de las partidas a realizar. Nuestro Porcentaje de Plan Cumplido Acumulado llegó a 86.5%, logrando superar el ratio propuesto de 85% para nuestro proyecto. Y nuestra Causa de No Cumplimiento más relevante fue la de tipo Trabajos Previos llegando a incidir en el proyecto en un 19%. La implementación del Last Planner System® llegó a un rango del 95%. Y la recomendación para estudios siguientes sería seguir la metodología de manera estricta desde el inicio, pues cada paso de la metodología es necesario e importante, de lo contrario se generarían deficiencias al sistema.

ABSTRACT

The present work arose from the search for improvements to productivity in building works in the city of Trujillo, so that we sought to implement the tool called Last Planner System[®] of the philosophy Lean Construction in the company Corporación Inmobiliaria F & F, Specifically in its housing project called "Residencial El Roble". The project due to its architectural and structural characteristics is perfectly adapted to the methodology to be implemented. The study begins with the master plan to be followed, for which we review the technical specifications of the project and the metrados of the building. After reviewing and verifying the metrados, we performed the study of the most balanced work trains (theory of batches) possible in all the items, this step requires the support of the engineer in charge of the structural design, specifically to evaluate the cuts due to The sectorization in the horizontal elements (slabs and beams), while they review the metrados the foundation continues its course and advances parallel to the work of cabinet, after defining the work trains is realized the lookahead of production and lookahead of materials. The lookahead carried out has a vision of four weeks and is elaborated in weekly meeting, in this meeting it foments the methodology and it involves the members of the equipment, call resident, field manager, contractors, foremen, warehouse, logistics, besides helping us in The preparation of the analysis of restrictions of the items to be executed in the following weeks, also the percentage of work performed and other activities that may affect the development of the project, as well as the search for opportunities to improve the execution of the items to be carried out. Our Accumulated Cumulative Plan Percentage reached 86.5%, exceeding the proposed ratio of 85% for our project. And our most important Cause of Non-Compliance was the Pre-Works type, which affected the project by 19%. The implementation of the Last Planner System[®] reached a range of 95%. And the recommendation for further studies would be to follow the methodology strictly from the outset, as each step of the methodology is necessary and important, otherwise weaknesses would be generated in the system.

I. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. ANTECEDENTES

1.1.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES

ANTECEDENTE 1:

Polo Lecca, Ildelfonso L. (2014) en la tesis titulada: **Elaboración de una Propuesta para la Implementación del Sistema Last Planner Durante la etapa de Construcción de Edificios Multifamiliares e Institucionales en la Ciudad de Lima**, para optar el título de ingeniero civil, (Universidad Privada Antenor Orrego), en la ciudad de Trujillo, concluye lo siguiente:

“Mediante la aplicación del LPS se comprobó que se puede generar una programación semanal confiable, ya que previamente se realiza la liberación de restricciones lo cual nos asegura con una buena probabilidad que la actividad será ejecutada. De esta manera se cumple con uno de los principios de la Lean Construction que es la reducción de la variabilidad en los procesos”.

“Para que los niveles de planificación no se conviertan en una simple ventana de niveles superiores, y para lograr un adecuado entendimiento entre cuadrillas se debe incrementar progresivamente el nivel de detalle analizado, partiendo de partidas generales en el plan maestro a un diseño específico de procesos constructivos para los planes diarios”.

“Para seleccionar adecuadamente la cantidad de trabajo es necesario revisar detalladamente la capacidad de las cuadrillas y el status de la obra, de modo que a cada cuadrilla se asigne una cantidad de trabajo que esté dentro de su capacidad pero que permita obtener los rendimientos esperados”.

APORTE DEL ANTECEDENTE: El aporte de esta tesis está enfocada básicamente en definir los procesos principales a desarrollar durante la aplicación del sistema Last Planner como son: Coordinación entre cuadrillas, Análisis de Restricciones, Selección del Trabajo y Transmisión de información.

ANTECEDENTE 2:

Miranda Casanova, Daniel (2012), en la tesis titulada: **Implementación del Sistema Last Planner en una Habilitación Urbana**, para optar el título de ingeniero civil, (Pontificia Universidad Católica del Perú), en la ciudad de Lima, concluye lo siguiente:

“Mediante la aplicación del LPS se comprobó que se puede generar una programación semanal confiable, ya que previamente se realiza la liberación de restricciones lo cual nos asegura con una buena probabilidad que la actividad será ejecutada. De esta manera se cumple con uno de los principios de la Lean Construction que es la reducción de la variabilidad en los procesos”.

“Además debemos tener en claro que el LPS es una herramienta que es utilizada para estabilizar el flujo del trabajo, siendo este otro de los principios de la Lean Construction. Esta estabilización del flujo lo podemos ver al obtener la retroalimentación que nos brinda la recopilación de las Causas de No Cumplimiento lo cual genera una mejora al sistema debido a que podemos detectar las partes que están fallando”.

APORTE DEL ANTECEDENTE: El aporte de esta tesis no sólo es el aprender los principios de la nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción denominada Lean Construction o el conocer la teoría y aplicar todos los elementos que conforman el Last Planner System®, sino es ver que al implementar un sistema de planificación hemos podido identificar otros aspectos tales como desafíos con el factor humano de la empresa,

problemáticas organizacionales, necesidad de esquematizar y ordenar los procesos de acuerdo al tipo de proyecto a estudiar, tomar en cuenta los controles de calidad como parte de la planificación, etc.

ANTECEDENTE 3:

Bujele Revilla, Kenny E. (2012), en la tesis titulada: **Productividad en la Construcción de un Condominio Aplicando Conceptos de la Filosofía Lean Construction**, para optar el título de ingeniero civil, (Pontificia Universidad Católica del Perú), en la ciudad de Lima, concluye lo siguiente:

“La filosofía Lean Construction puede ser aplicada a cualquier tipo de proyecto, no es necesario una gran inversión o una gran área de terreno para que sea aplicable este concepto, lo que si queda claro es que, para la parte de construcción, a una mayor cantidad de departamentos se observara de manera más clara la especialización de las cuadrillas, lo cual se verá reflejado en la curva de productividad y la curva de aprendizaje. La aplicación de esta filosofía implica un cambio en la manera de pensar, no implica un incremento en los costos, sino todo lo contrario”.

APORTE DEL ANTECEDENTE: El aporte de esta tesis es brindarnos la importancia de llevar una buena y única sectorización y su constante difusión dentro de todo el grupo de trabajo.

1.1.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

ANTECEDENTE 4:

Castaño Jiménez, Patricia (2014), en la tesis titulada: **Implementación del Sistema de Planeación y Control “Last Planner” en el Tramo 2B del Corredor Parcial de Envigado Para mejorar la Confiabilidad y Reducir la Incertidumbre en la Construcción**, para optar el título de Magister en

Ingeniería, (Universidad EAFIT), en la ciudad de Medellín, concluye lo siguiente:

“Pese a los esfuerzos por definir un plan de trabajo basados en los estudios y manejos de tráfico, las características del sector, los diseños y especificaciones del proyecto, la modalidad de contratación y en general toda la documentación y soportes que hacían parte del proyecto, la oposición de miembros de la comunidad, desconocedora de las características del proyecto, su contexto de desarrollo, sus beneficios y en general toda una trayectoria de estudios y convenios que le dieron origen, el uso de las redes sociales como un mecanismo de divulgación de la información presentada de manera parcializada, y la apropiación de mecanismos de participación y/o protección del derecho como la acción popular, que llevaron a la toma de medidas con un sinnúmero de consecuencias o tropiezos en el desarrollo de los trabajos, dieron lugar a variables no controlables (externalidades) que de ninguna manera podían ajustarse a un esquema de trabajo ordenado e industrializado sin perjuicio del equilibrio de las condiciones económicas y financieras del contrato y por ende de las partes responsables de la ejecución.”

APORTE DEL ANTECEDENTE: El aporte de esta tesis es enfocar la importancia a los stakeholders, porque si no todo el esfuerzo realizado para mejorar la producción en los proyectos sería en vano, como en el caso de estudio de esta tesis.

ANTECEDENTE 5:

Ocampo Quirola, Diego Eduardo (2011), en la tesis titulada: **Lecciones sobre la implementación del Last Planner System**, para optar el título de ingeniero civil, (Universidad Técnica Particular de Loja), en la ciudad de Loja, concluye lo siguiente:

Es importante antes de la implementación explicar claramente al trabajador que va a ejecutar la tarea qué es lo que se pretende realizar con las mediciones para que no se sienta presionado o de pronto molesto al ver que llega la persona a medir lo que se ha realizado, en este estudio esta situación se pudo notar en algunos trabajadores cuando la oficina de control llegaba a la obra, además hay que indicar que los beneficios obtenidos no solo van a ser para el proyecto sino también para ellos, ya que al incrementar su rendimiento van a ser bien vistos por el director del proyecto.

APORTE DEL ANTECEDENTE: El aporte de esta tesis es brindarnos la importancia de explicar y detallar a todo el personal comprometido del proyecto las nuevas metodologías e implementaciones a utilizar de aquí en adelante.

1.1.2. JUSTIFICACIÓN

Este estudio de investigación se justifica porque en la industria de la construcción en el Perú a nivel de la pequeña y mediana empresa existe poca información sobre la implementación del Last Planner System® para una empresa constructora, a nivel de las grandes empresas si se ha logrado implementar esta herramienta, pero a nivel de la pequeña y mediana empresa todavía no se ha puesto en valor el uso de esta herramienta, debido específicamente al fuerte arraigo por construir todavía de la manera tradicional, lo cual conlleva a tener ratios de producción muy por debajo, de países de la región, en los cuales si se ha logrado implementar de manera sólida y eficiente.

Es por esta razón que esta tesis de investigación contribuye en generar mayor velocidad en la transmisión de información y datos apoyado en la Filosofía Lean Construction y su herramienta Last Planner System®, en la implementación real dentro de la empresa para el proceso productivo específico de edificación de la obra Residencial El Roble en la ciudad de Trujillo, esperando mejorar el

índice de productividad en la industria de la construcción, incrementando nuestro nivel de profesionalismo y eficacia en el sector de la construcción en el Perú.

También se justifica porque la Empresa Corporación Inmobiliaria F&F dueña del Proyecto Residencial El Roble, está interesada en generar la implementación del Last Planner System® dentro de sus instalaciones, siendo necesario hacer una revisión de sus procesos de negocios y procesos productivos, para ordenarlos en función de la metodología Last Planner System® en la obra Residencial El Roble, esperando optimizar los procesos de producción, y aplicarlos en nuevos proyectos de esta empresa.

Finalmente se justifica porque el tesista tiene un interés expreso en conocer a detalle este nuevo sistema, para así elevar su nivel de empleabilidad, generando una ventaja competitiva personal, y así lograr incorporarse rápidamente a un mercado laboral bastante complejo y competitivo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo la implementación del Last Planner System® mejorará la productividad de las obras de la empresa Corporación Inmobiliaria F&F?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVOS GENERALES

Implementar el Last Planner System® para la mejora de la productividad en la empresa Corporación Inmobiliaria F&F

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar la programación maestra de las obras de la empresa Corporación Inmobiliaria F&F
- Identificar los procesos operativos de los proveedores principales de la empresa corporación inmobiliaria F&F
- Formular la programación Lookahead, de producción y de materiales
- Formular los cuadros de restricciones del sistema
- Elaborar la programación semanal de las obras
- Analizar la estadística del sistema y reformular programación
- Determinación del procedimiento de Implementación del Last Planner System® a la Obra Residencial El Roble

1.4. HIPÓTESIS

La implementación del Last Planner System® mejora la productividad de las obras de la empresa Corporación Inmobiliaria F&F de manera relevante.

1.5. MATERIAL Y MÉTODOS

1.5.1. MATERIAL DE ESTUDIO

1.5.1.1. POBLACIÓN

Por la naturaleza del estudio de investigación la población será igual a la muestra porque constituye la única referencia de análisis, y todo se centra en el Proyecto Residencial El Roble.

1.5.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS

1.5.2.1. MÉTODO

De manera general, los métodos utilizados son:

Método Inductivo - Deductivo:

1.5.2.2. TÉCNICA

En el presente estudio de investigación se utilizarán las siguientes técnicas:

- Observación participativa
- Formulario de la ficha de procesos
- Entrevistas al personal de obra.
- Encuestas al staff de obra.
- Revisión de indicadores de rendimientos en los proyectos.

Para obtener los datos se utilizarán los siguientes instrumentos:

- Cuestionarios para entrevistas y encuestas.
- Formato de análisis de cumplimiento
- Formatos de Índices Semanales de Producción.

1.5.2.3. PROCEDIMIENTO

La Metodología que empleamos fue el método teórico práctico, primero se identificó los procesos operativos de la empresa Corporación Inmobiliaria F&F, luego con el estudio y análisis de los expedientes técnicos de la obra, se revisaron las partidas de Costos y Presupuestos, seguidamente elaboramos las programaciones maestras de las obras de la empresa.

Seguidamente se identificaron los procesos operativos de los proveedores principales de la empresa corporación inmobiliaria F&F, y se elaboró la Programación Lookahead de Producción y la Programación Lookahead de Materiales. También fue necesario identificar los procesos operativos de los clientes de la empresa corporación inmobiliaria F&F, y se hizo el Análisis de Restricciones para el cual se elaboró un cuadro de levantamiento de Restricciones.

Habiendo finalizado lo mencionado, se elaboraron las Programaciones Semanales y realizando la toma de datos se elaborarán los cuadros de resultados (PPC), luego de esto se realizó el análisis estadístico y se obtuvieron los resultados.

Se midió las diferencias en Tiempo / Costo, compararlas con el presupuesto original, determinar las diferencias con el presupuesto inicial, también se calculó la generación de valor obtenida con la Implementación del Last Planner System® y se reformulo la programación, estableciendo así un ciclo de mejora continua.

Finalmente se detalla el procedimiento de Implementación del Last Planner System® a la obra Residencial El Roble.

II. MARCO TEÓRICO

2.1.1. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

2.1.1.1. DEFINICIÓN

Según el PMBOK, un proyecto es un esfuerzo que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, y tiene la característica de ser naturalmente temporal, es decir, que tiene un inicio y un final establecidos, y que el final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. (Project Management Institute, 2013)

Notar que de esta definición “El Proyecto” es el esfuerzo (de trabajo) temporal que se realiza para crear el producto/servicio, mas no es el producto o resultado final del esfuerzo.

El esfuerzo temporal que se realiza puede tener o no resultados exitosos y aún sigue llamándose “Proyecto”

Algunos tienden a confundir y asumir que un proyecto debe ser necesariamente exitoso para llamarlo “Proyecto”. Pues esto no es así, aunque un proyecto sea exitoso o no, aún sigue siendo proyecto ya que cumple con las características de ser un esfuerzo y la de tener un inicio y un final.

De esta definición se puede concluir que el proyecto llega a su final de tres formas:

- Cuando se logran sus objetivos.
- Cuando no pueden cumplirse sus objetivos.
- Cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto.

En la cual el final más común de un proyecto es el primer ítem; cuando se logran sus objetivos. El ítem dos puede ser el caso de un proyecto no necesariamente exitoso, ya que existen proyectos en los cuales no se cumplen los objetivos debido a causas en las que no se han podido controlar algunos factores críticos que tenía el proyecto o en las que los riesgos que se identificaron fueron de poca probabilidad de ocurrencia pero de alto impacto pero que al final sucedió y causó el fin del proyecto. (Project Management Institute, 2013)

Por tanto, resumimos que un proyecto para así ser llamado debe cumplir con dos características principales, la de ser un esfuerzo en conjunto para crear un producto, servicio o resultado único y la de tener un inicio y un final medible.

2.1.1.2. GESTIÓN DE PROYECTOS

La gerencia o gestión de proyectos es una disciplina formal, mediante la cual los proyectos se planifican y se ejecutan siguiendo un proceso sistemático, repetitivo y escalable; es una labor compleja, creativa, tediosa y cambiante, pero posee un ilimitado potencial.

El proceso de gestión de proyectos consta de una serie de pasos que se representan normalmente mediante un modelo de gestión de proyectos. El modelo de gestión de proyectos desarrollado consta de cuatro etapas, que determinan el ciclo de vida de un proyecto: Planificación, Construcción, Seguimiento y Finalización. (Económica, 2015)

2.1.2. INTRODUCCIÓN AL LEAN CONSTRUCTION

Desde principios de los años 90, el sistema productivo a nivel global se encuentra inmerso en un cambio, que surgió primero en el sector del automóvil (Lean Manufacturing) y más tarde fue adaptándose a otras industrias y sectores.

La aplicación del nuevo modelo productivo a la construcción (Lean Construction) surgió a nivel académico hace 20 años y a nivel de implementación se está manifestando más intensamente desde 2007, principalmente en Estados Unidos. (Pons, 2014)

En el Perú, el interés de las empresas hacia Lean Construction es escaso o discreto hasta ahora, y recién está empezando a despertar. El sistema Lean nos proporciona herramientas que contribuyen a una mayor integración entre los diferentes agentes sociales y las empresas que intervienen a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, desde la gerencia hasta los obreros a pie de obra. (Pons, 2014)

En una empresa Lean, las personas representan un activo fundamental, la mano de obra está mejor formada, juega un papel más enérgico en la mejora continua y la contratación de personal se lleva a cabo de una manera más ordenada, sostenible y con visión a largo plazo, dando como resultado una mayor calidad laboral. Este sistema fomenta el trabajo en equipo, mejora la comunicación, facilita la visión de conjunto de todo el proceso, ayuda a la identificación temprana de errores seguida de una resolución eficaz y rápida de problemas, y conduce hacia una mayor autogestión. (Pons, 2014)

Con respecto al cliente, el sistema de gestión tradicional que se ha utilizado hasta ahora ha estado más focalizado en los procesos que en la entrega de valor al cliente. Esto es un hecho que hemos podido constatar en los últimos años, ya fuera en la construcción de un edificio de viviendas, una infraestructura pública o un edificio destinado a ofrecer servicios públicos. Los usuarios y consumidores están siendo cada vez más exigentes y ahora están mejor informados, demandan mayor calidad a un menor coste y una entrega de valor que se ajuste más a sus necesidades y condiciones actuales. El cliente – propietario o usuario final – pasa a jugar un papel clave dentro de todo el ciclo

de vida del proyecto, y es este quien definirá o ayudará a definir los principales valores por los que se regirá el proyecto. Esto requiere más competitividad por parte de las empresas y agentes sociales que intervienen en todo el proceso constructivo. (Pons, 2014)

2.1.2.1. LA NECESIDAD DE UN CAMBIO DE MODELO PRODUCTIVO

2.1.2.1.1. 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 cumplimiento 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 escasa calidad, excesivo número de accidentes laborales y, en general, incertidumbre y variabilidad con respecto a las condiciones iniciales del contrato.

Las razones históricas de esta disfuncionalidad son muchas, entre ellas, la multiplicidad de participantes con intereses en conflicto, una cultura

organizacional incompatible entre los miembros del equipo de proyecto y el acceso limitado a la información oportuna, en el momento preciso. Así pues, el objetivo de todos los actores en la industria de la construcción debería ser una mejor, más rápida y más eficaz gestión integral del proyecto –desde el diseño hasta el uso del edificio o infraestructura– creada por la formación de equipos totalmente integrados y colaborativos. (Pons, 2014)

Controles	PRODUCCIÓN TRADICIONAL	LEAN PRODUCTION
CONCEPTO	La producción está compuesta por una serie de actividades de conversión que agregan valor.	La producción está compuesta por flujos (no agregan valor) y conversiones (agregan valor).
CONTROL DE PRODUCCIÓN	Dirigido al costo de las actividades.	Dirigido al tiempo, costo y valor de los flujos.
MEJORAMIENTO	Incremento de la eficiencia de las conversiones a través de la utilización de nueva tecnología.	Eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas), incrementando la eficiencia de las actividades que lo generan, a través del mejoramiento continuo y la implementación de nueva tecnología.

Tabla 1. Producción Tradicional vs. Producción Lean. Fuente: Jorge Miranda

2.1.3. LA FILOSOFÍA LEAN COMO RESPUESTA AL CAMBIO, INICIOS DEL LEAN THINKING

2.1.3.1. UNA BREVE RESEÑA HISTÓRICA

2.1.3.1.1. EL FORDISMO 1913-1914

En 1913 Henry Ford integró el proceso de producción entero para la fabricación de los autos Modelo T.

- Ford revoluciona el proceso de producción desarrollando la producción en masa.

- Perfeccionamiento del sistema de intercambio de auto partes.
- Centralización de la actividad de ensamblaje.
- Toda la industria automotriz siguió esta forma de fabricación e implementó sistemas similares.

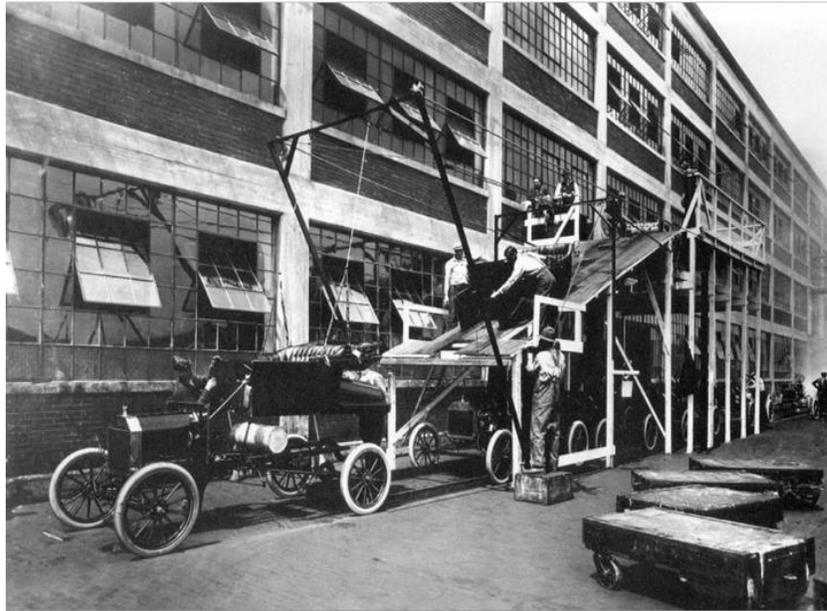


Ilustración 1. Sistema de Producción del Fordismo. Fuente: Jorge Miranda

2.1.3.1.2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA

Para conocer los inicios de Lean hemos de remontarnos a los primeros pasos de la fábrica japonesa de automóviles Toyota.

Toyota Motor fue fundada en 1918 por Sakichi Toyoda para su hijo Hiichiro. El mercado japonés estaba dominado en ese momento por las filiales locales de las grandes fábricas estadounidenses Ford y General Motors. Desde sus inicios Toyota tuvo dificultades, pero consigue afianzarse con la producción de camiones y automóviles hasta que se para la producción en la segunda Guerra Mundial. En 1950 el director general de la empresa estudia en EEUU los métodos de fabricación de las principales marcas de la competencia, una práctica que era habitual en el sector: por ejemplo, una delegación de la Toyota

visitó el avión Focke-Wulff, en Alemania, la Produktionstack, concepto que se convirtió en takt time. (Howell, 2006)

Quien desarrolló definitivamente Toyota fue Taiichi Ohno, quien no tenía conocimientos previos de fabricación de automóviles cuando entró a trabajar a Toyota, y “el enfoque de sentido común”, sin ideas preconcebidas fue el instrumento fundamental de desarrollo de la filosofía JUST IN TIME. (Cusumano, 1985)

Los argumentos desarrollados por Ohno fueron los siguientes:

- La producción en grandes lotes genera inventarios excesivos, gran inversión de capital y número elevado de defectos.
- No da cabida a las preferencias del consumidor (producción a la carta).

Deben reducirse costos mediante la eliminación de residuos: por ejemplo, apagar una máquina automáticamente en el momento que falla, para no desperdiciar materiales. (Ohno visita EEUU e incorpora “kanban”, es decir, supermercado, para controlar los materiales de reposición.)

Una frase notable de Kiichiro (primer dueño de Toyota):

“en una amplia industria, tal como es la de los automoviles, la mejor manera para trabajar seria tener todas las piezas de montaje en el lado de la linea, justo a tiempo para el usuario” (Ohno, 1988)

Se redujeron las recepciones y producciones. Ahora se trabajaba en pequeños lotes, gracias al uso de maquinaria simple y registrable.

Fueron cambios revolucionarios, pero adaptados a las necesidades, gracias a un aprendizaje continuo e iterando un ciclo que abarcó décadas.

Lean no fue una invención de genios japoneses, si no la adopción de diversos elementos del sistema Ford que hibridaron con su ingenioso sistema e ideas originales. (Fujimoto, 1999)

El primer documento donde aparece el sistema de producción Toyota es en 1965, cuando extienden los sistemas Kanban a sus proveedores.

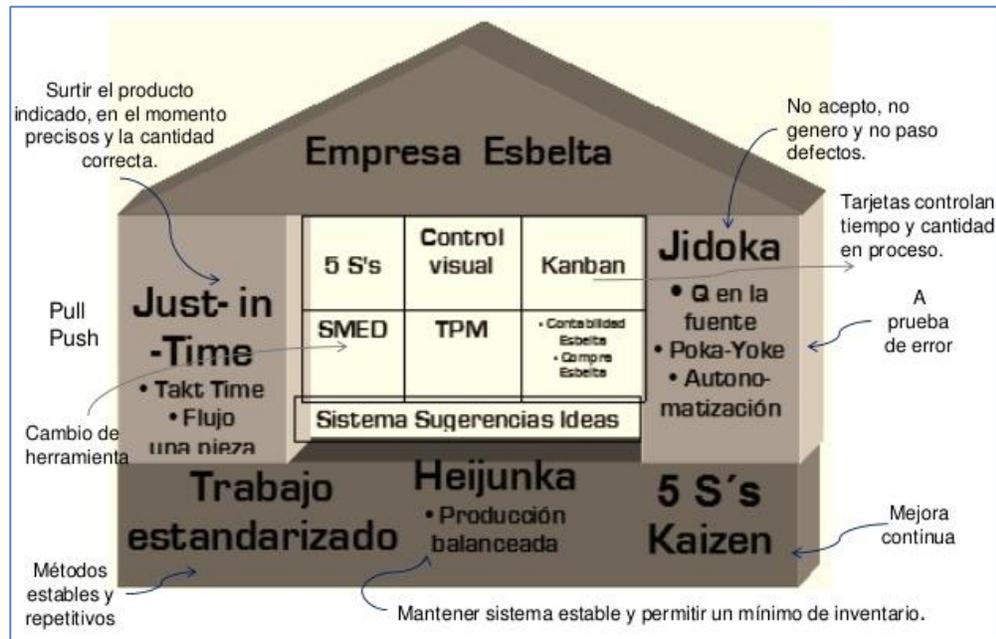


Ilustración 2. Sistema de Producción Toyota. Fuente: Internet

2.1.3.2. TRIÁNGULO LEAN

El pensamiento Lean es principalmente añadir valor y eliminar pérdidas.

Si lo viésemos como un triángulo, en cada uno de sus vértices encontraríamos:

- La Filosofía, dado que Lean no es un método de control más, puesto que en sus fundamentos aparecen una serie de principios y se redefinen conceptos como valor, pérdidas o cliente.

- La cultura, ya que la aplicación de Lean es continua, los agentes se comprometen y es adaptable a los proyectos.
- La tecnología, dado que es a través de herramientas es como se aplica Lean

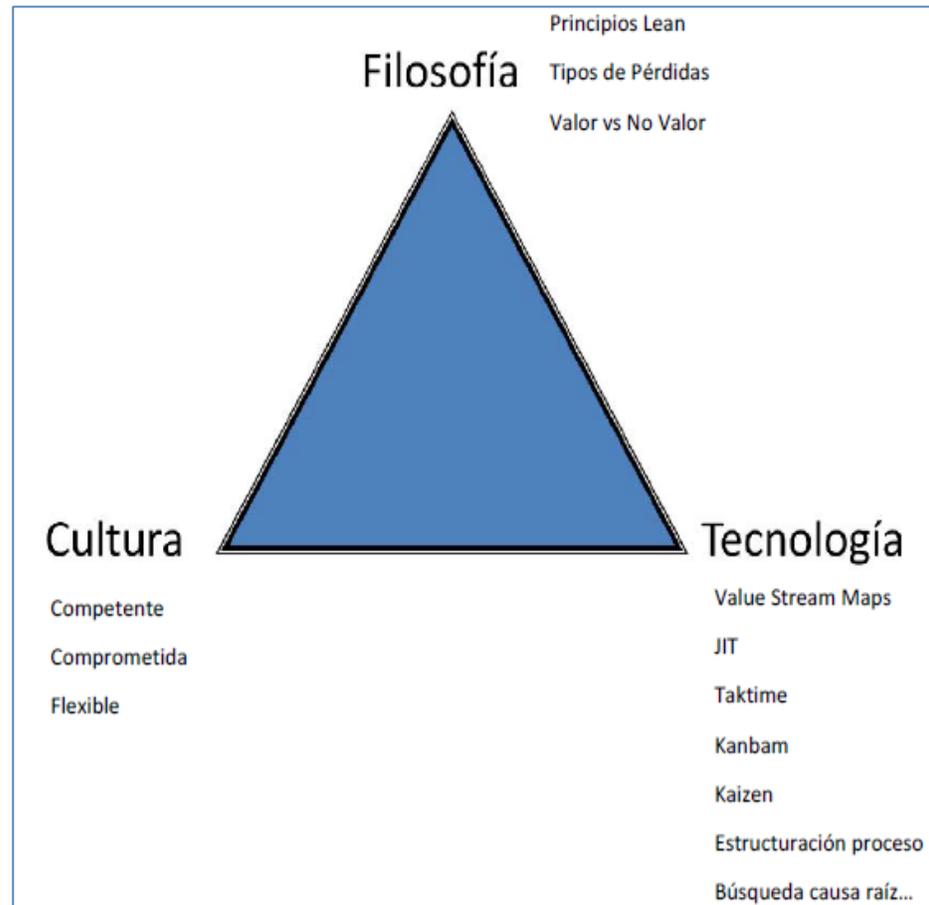


Ilustración 3: Triángulo Lean. Fuente: Eugenio Pellicer

2.1.3.3. PRINCIPIOS LEAN

En la filosofía Lean, los procesos o actividades que no agregan valor se denominan pérdidas y pueden ser clasificados en tres tipos: (Sayer & Williams, 2007)

- Mura (desigualdad): es cualquier pérdida causada por una variación en la calidad, el coste o la entrega; para reducirla se aplican técnicas de reducción de la variabilidad.
- Muri (exceso): es la sobrecarga innecesaria o irrazonable sobre el personal, los materiales o a los equipos que sobrepasan la capacidad del sistema; el muri incluye movimientos peligrosos o innecesarios.
- Muda (desperdicio): es cualquier actividad que consume recursos sin crear valor para el cliente.

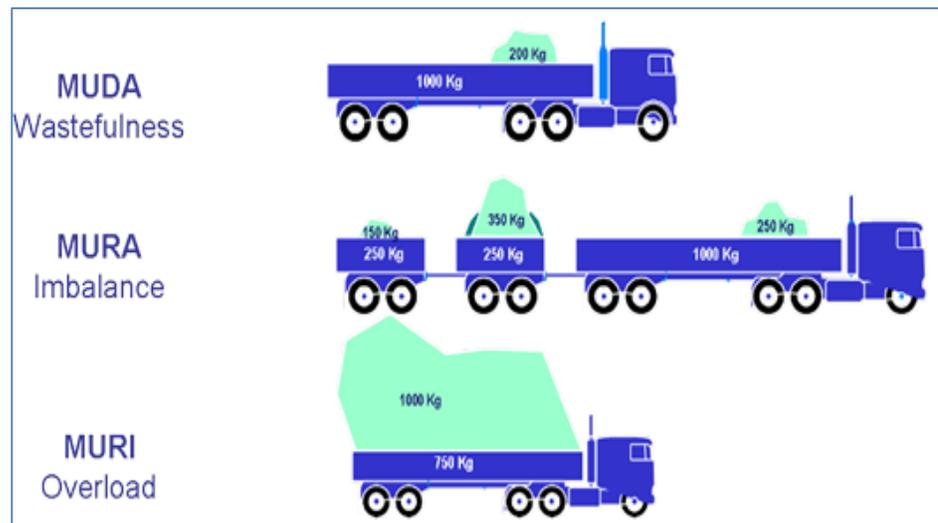


Ilustración 4. Las 3M. Fuente: Carlos Cagna Vallino

Se diferencia 7 tipos de pérdidas tipo muda:

1. **Sobreproducción**

- El mayor trabajo posible en obra, hace más complicado priorizar los trabajos.
- Pedir material adicional por pobre calidad de trabajos.

2. Transporte

- Mover materiales de un lugar a otro antes de instalarlos.

3. Procesamiento innecesario y reprocesamiento

- Reportes innecesarios
- Entrega de materiales pedidos a destiempo
- Coordinación excesiva a múltiples niveles

4. Acopio

- De información o material entregado antes de lo necesario

5. Re-trabajo

- Rehacer trabajos para corregir errores

6. Movimiento

- Mover materiales de un lugar a otro antes de instalarlos

7. Espera

- De materiales, dirección, información o prerequisites de trabajos

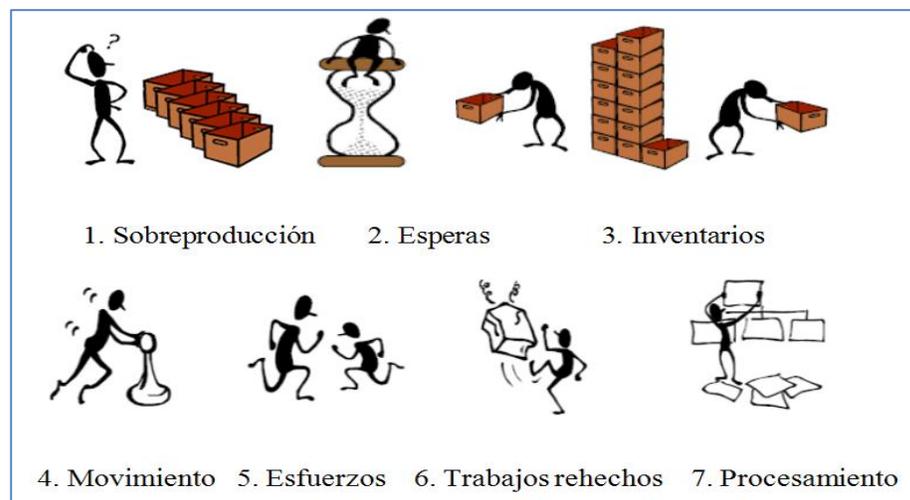


Ilustración 5. Tipos de Pérdidas. Fuente: Jorge Miranda

En sus fundamentos Lean reúne una serie de principios:

Los 14 principios del modelo Toyota: (Liker, 2010)

1. Basar las decisiones de gestión en una filosofía de largo plazo, aún a costa de las metas financieras de corto plazo.
2. Convertir los flujos de procesos en flujos continuos para hacer que los problemas salgan a la superficie.
3. Utilizar sistemas Pull: programación tensa para evitar tareas que no añadan valor.
4. Nivelar la carga de trabajo. (heijunka). (Trabajar como la tortuga, es decir, de una manera constante, y no como la liebre, a golpes).
5. Crear una cultura de gestión a fin de resolver los problemas anticipadamente, para lograr calidad de ejecución a la primera.
6. Las tareas estandarizadas son el fundamento de la mejora continua y de la autonomía del empleado.
7. Usar el control visual de modo que no se oculten los problemas.
8. Utilizar tecnología fiable y absolutamente probada que dé servicio a la gente y los procesos.
9. Hacer crecer a líderes que comprendan perfectamente el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a otros (Kata).
10. Diseñar personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su empresa.
11. Respetar a la red de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar.
12. Ir a verlo por uno mismo para comprender a fondo la situación.
13. Tomar decisiones por consenso lentamente, considerando concienzudamente todas las opciones e implementarlas rápidamente.
14. Convertirse en una organización que aprende mediante la reflexión constante (Hansei) y la mejora continua (Kaizen).

2.1.3.4. LEAN CONSTRUCTION

2.1.3.4.1. HISTORIA

La primera aplicación a la construcción la realizará *Koskela en 1992*, en su artículo “Application of the new production philosophy to construction”. No se hace mención al término Lean pero ya se habla de cómo se pueden aprovechar las herramientas de esta nueva filosofía en la construcción.

Lean Construction fue un término acuñado en 1993 por el International Group for Lean Construction (*www.iglc.net*)

Está muy extendido en algunos países americanos como Brasil, Estados Unidos, Chile, Perú y Colombia. En menor medida se han realizado actuaciones en Europa: España, Finlandia, Reino Unido, Alemania y Portugal.

2.1.3.4.2. PRINCIPIOS

Al igual que en la industria, la construcción cuenta con problemas asociados a la gestión (Koskela, 1992). La construcción es un sector muy tradicional y a pesar de eso, se han ido introduciendo técnicas operativas y prácticas (planificación del proyecto), herramientas de control, metodologías de organización... Pero más allá de esto no existen otras marcas teóricas o conceptos: es necesaria una revisión de la gestión de proyectos.

Tradicionalmente se ve la construcción como un conjunto de actividades dirigidas a una salida determinada. Materiales, trabajo etc. entran a una “caja negra” de la que salen los productos.

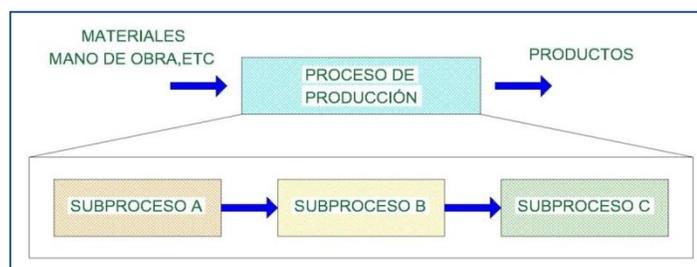


Ilustración 6. Transformación del proceso. Fuente: Koskela 1992

Según Koskela, la construcción debería verse como un conjunto de flujo de procesos, donde se pudieran introducir inspecciones en cada uno de los subprocessos, o incluso llegar a la inspección 0 por calidad a la primera.



Ilustración 7. Inspecciones durante el proceso. Fuente: Koskela 1992

2.1.4. EL LAST PLANNER SYSTEM

2.1.4.1. INTRODUCCIÓN A LPS

2.1.4.1.1. HISTORIA DEL LPS

Last Planner System® (El sistema del último planificador) es un sistema de control que mejora sustancialmente el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de recursos de los proyectos de construcción (ir al final de esta página para ver un vídeo sobre la forma en que se planea según el Last Planner System®).

Fue desarrollado originalmente por Ballard y Howell, fundadores del Lean Construction Institute. Actualmente, está siendo utilizado por cientos de constructoras alrededor del mundo. En Latinoamérica – especialmente en Chile y Brasil – su implementación ha sido exitosa. En Colombia, un grupo de empresas constructoras lo ha implementado recientemente. Gracias a sus resultados, su utilización se ha incluido como un sistema de control imprescindible en los proyectos de construcción. (Ballard, 2000)

Tradicionalmente, se asocia el nacimiento de Last Planner System® a la tesis “The Last Planner System of Production Control” de Glenn Ballard para optar al grado de Doctor, pero realmente supone una evolución y mejora de las herramientas tradicionales de programación en cascada. En 1997, cuando se funda el Lean Construction Institute (LCI) el Last Planner System® ya había evolucionado aproximadamente a su forma actual. Lo que quedaba por hacer era mejorar la fiabilidad del flujo de trabajo por encima de la gama de 35%-65% obtenida hasta ese momento. “The Last Planner System of Production Control “ (Ballard, 2000), establece los procedimientos para mejorar la fiabilidad del flujo de trabajo, diseñando un protocolo de actuación y las herramientas de medida de la productividad.

Columna1	Producción CONVENCIONAL	Producción SIN PÉRDIDAS
Objeto	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades de la empresa
Alcance	Control	Gestión, asesoramiento, control
Modo de Aplicación	Impuesta por la dirección	Por convencimiento y participación
Metodología	detectar y corregir	Prevenir
Responsabilidad	Departamento de calidad	Compromiso de todos los miembros de la empresa
Clientes	Ajenos a la empresa	Internos y externos
Conceptualización de la producción	La producción consiste de conversiones (actividades). Todas las actividades añaden valor al producto	la producción consiste de conversiones y flujos: hay actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor al producto
Control	Costo de las actividades	Dirigido hacia el costo, tiempo y valor de los flujos
Mejora	Implementación de nuevas tecnologías	Reducción de tareas de flujo, y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología

Tabla 2. Producción Convencional y Producción LEAN. Fuente: Campero y Alarcón, 2008.

Se conocen algunos casos donde su aplicación ha dado resultados notables en comparación con las prácticas tradicionales como, por ejemplo, un aumento del 90% en beneficio operativo para el contratista peruano en edificación

2.1.4.1.2. SE PUEDE, SE DEBERÍA, SE HARÁ

Uno de los grandes cambios introducidos por el Last Planner System® es el método de selección de las tareas que deben ser ejecutadas semanalmente. En la gestión tradicional, jefes de terreno, capataces y otras personas que participan directamente en la ejecución del trabajo planifican las tareas a ejecutar en función de aquello que DEBE ser hecho, dando por supuesto que los recursos necesarios estarán disponibles cuando se precisen, sin tener en consideración si realmente PUEDE ser hecho.

La presión a la que se ve sometida el último planificador, dado que será evaluado por el cumplimiento de la programación, unida a la falta, escasa o tardía información, recursos o prerrequisitos, hace imposible que el SE HARÁ coincida con el DEBE, provocando un incumplimiento del programa y una improvisación en la gestión del trabajo.



Ilustración 8. Sistema Tradicional de Planificación (Push) Fuente: Sabbatino 2011

En la Figura 8 Ballard muestra cómo la planificación del trabajo se realiza teniendo en cuenta la información previa y los objetivos del proyecto, siendo a posteriori cuando se consideran los recursos disponibles.

En contraposición, el método del Last Planner System® realiza la planificación de qué DEBO hacer teniendo en cuenta qué PUEDO realizar según los recursos, prerequisites etc. consiguiendo que aquello que SE HARÁ sea realmente ejecutable. En la Figura 6 observamos cómo la planificación tiene en cuenta aquello que se puede ejecutar antes de decidir qué se realizará.



Ilustración 9. Proceso de Plan Corto Plazo. Alarcón, 2008

En la Figura 9 vemos la interacción entre las actividades planificadas, donde el PUEDE y el SE HARÁ son dos subconjuntos del DEBE, dado que el plan (SE HARÁ) se desarrolla sin saber lo que puede hacerse.



Ilustración 10. Interacción de actividades planificadas (Alarcón, 2001)

Así mismo, lo descrito anteriormente es representado por Alarcón como tres círculos concéntricos, donde en la gestión tradicional el más pequeño representa aquello que SE PUEDE hacer, siendo más pequeño que aquello que se decidió que SE HARÁ.

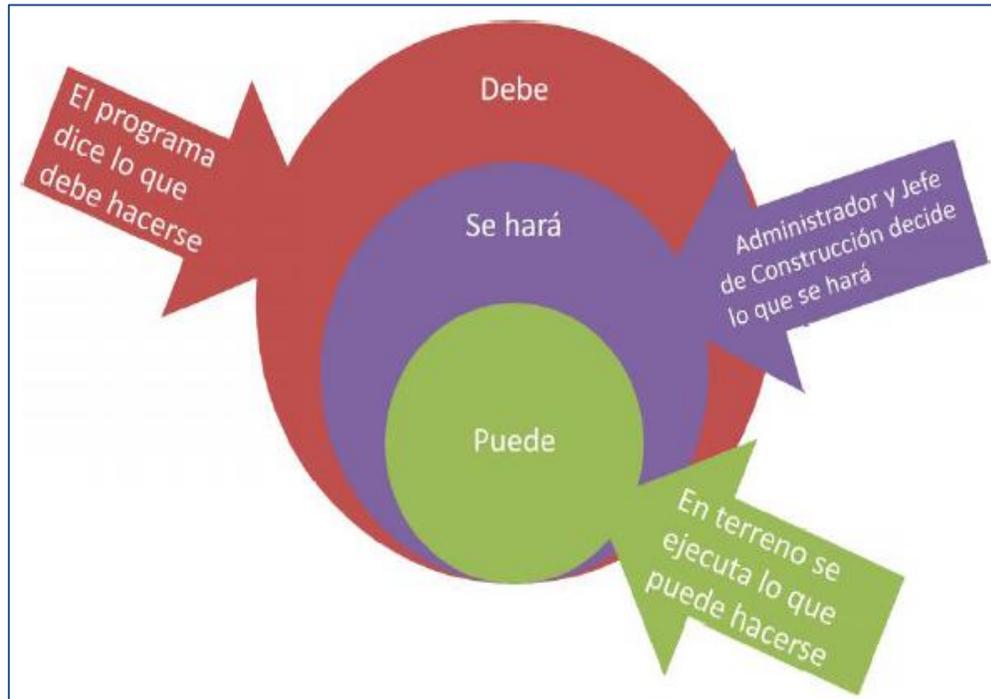


Ilustración 11. Interrelación actividades planificadas. Fuente: Alarcón 2001

Para poder revertir esta situación Last Planner System® usa la programación en cascada como se muestra en la Figura 8: la programación a largo plazo indica qué SE DEBE realizar, el programa a medio plazo o Lookahead prepara el trabajo y realiza la revisión de restricciones, de manera que se tiene conocimiento de qué SE PUEDE hacer y el plan semanal programa una serie de actividades de las que pueden ejecutarse, comprometiendo a los agentes al cumplimiento del programa (SE HARÁ).

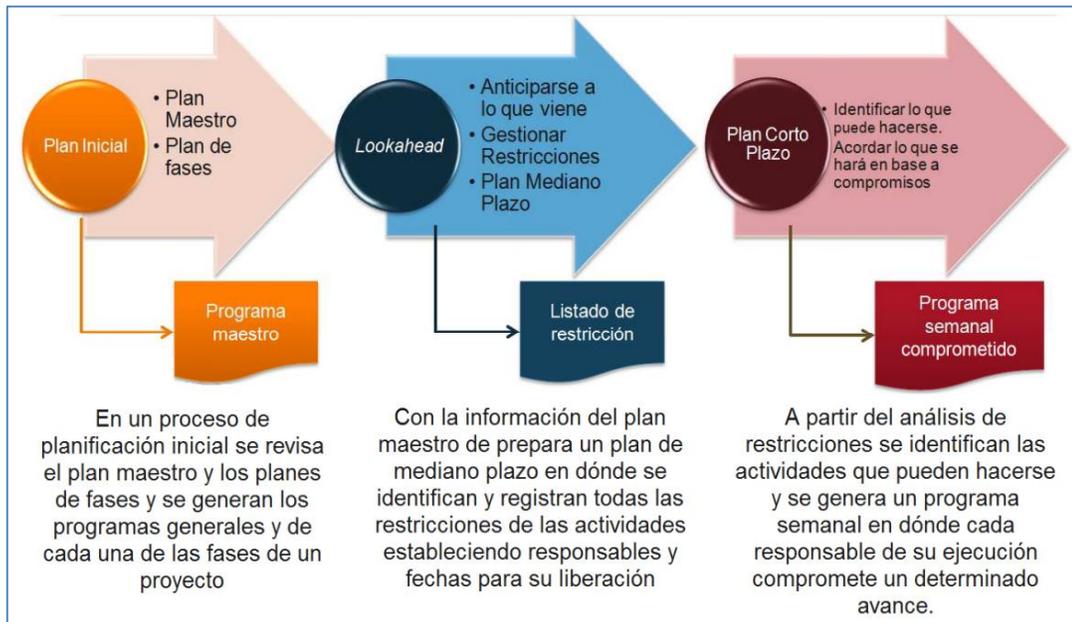


Ilustración 12. Cuadro resumen de la metodología LPS. Fuente: GEPUC 2010

Una vez aplicado el Last Planner System®, representaríamos la interrelación entre las actividades como muestra la ilustración 13, siendo mayor aquello que SE PUEDE hacer que lo que realmente SE HARÁ.



Ilustración 13. Interrelación entre actividades aplicando LPS. Fuente: Alarcón 2001

En cuanto a los procedimientos, el sistema tiene dos componentes: la unidad de control de producción y el control de flujos de trabajo. El trabajo del primero es hacer progresivamente mejores asignaciones a los trabajadores directos mediante el aprendizaje continuo y las acciones correctivas. La función de control de flujo de trabajo se refiere a que debemos hacer que el trabajo fluya activamente a través de las unidades de producción para lograr objetivos más alcanzables.

Los últimos planificadores dicen lo que SE HARÁ, que debe ser el resultado de un proceso de planificación de lo que DEBE ser ejecutado, en contraste con lo que PUEDE ser ejecutado. A continuación, se presenta el funcionamiento básico del sistema. (Ponz Tienda, Cerveró Romero, & Alarcón Cárdenas, 2013)

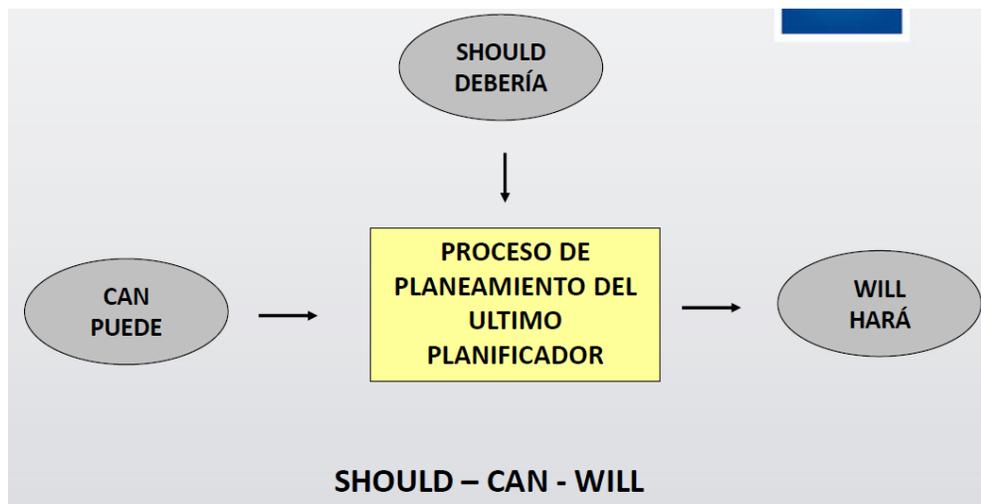


Ilustración 14. Funcionamiento básico Last Planner System. Fuente: Ballard 2000

2.1.4.1.3. PRERREQUISITOS Y RESTRICCIONES.

Como señalábamos en el apartado anterior, uno de los objetivos del Last Planner System® es conseguir aumentar el flujo de trabajo y que la programación se realice en base a lo que verdaderamente puede realizarse, de manera que lo que SE PUEDE y SE HARÁ cada vez sean más similares.

Para ello hemos de definir qué son los prerrequisitos y las restricciones y cómo afectan a la programación a realizar.

Los prerrequisitos son estados, acciones o actividades que deben darse con anterioridad a que se pueda desempeñar una tarea. Pueden depender de la misma unidad de producción que va a ejecutar la tarea o de otros agentes. Hasta que el prerrequisito no sea “liberado” no se podrá programar la tarea.

Las restricciones coinciden con los prerrequisitos en que impiden la ejecución de una tarea. Pueden ser por ejemplo falta de materiales, definición de diseño, mano de obra... Todas las restricciones que vayan apareciendo durante el proceso de programación serán anotadas. En la Tabla 2 vemos un formato de lista de restricciones, donde aparece el sector al que le afecta la restricción, la actividad que se ve afectada, el tipo de restricción (materiales, mano de obra, diseño etc), una breve descripción de la restricción, quién es responsable de liberarla, en qué fecha se compromete y finalmente la fecha real de liberación. (Ponz Tienda, Cerveró Romero, & Alarcón Cárdenas, 2013)

OBRA: RESIDENCIAL EL ROBLE Análisis de Restricciones Semana 1. (30/06/2014 - 06/07/2014)																														
Actividad	Fecha de inicio del Lookahead	Descripción de la Restricción	Fecha de levantamiento de la restricción	Responsable	Restricción levantada																									
					SI	NO																								
ESTRUCTURAS																														
Obras Provisionales																														
Caseta de Guardianía y Almacén	lunes, 05 de agosto de 2013	- Verificar construcción de casetas	jueves, 03 de julio de 2014	JVV	X																									
Servicios Higienicos Provisionales - Disal	miércoles, 07 de agosto de 2013	- Verificar llegada de baños químicos	viernes, 04 de julio de 2014	JVV	X																									
Acometida eléctrica	lunes, 05 de agosto de 2013	- Verificación de trabajos de energización para obra	sábado, 05 de julio de 2014	BSV	X																									
Movimiento de Tierras																														
Eliminación de material suelto	viernes, 09 de agosto de 2013	- Verificación de eliminación de material suelto	sábado, 05 de julio de 2014	BLL	X																									
.....																														
.....																														
.....																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cargo</th> <th>Abreviatura</th> <th>Titular</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Residente de obra</td> <td>PLE</td> <td>Paul León Escobar</td> </tr> <tr> <td>Jefe de oficina técnica</td> <td>BLL</td> <td>Branco León León</td> </tr> <tr> <td>Producción logística</td> <td>JVV</td> <td>Jorge Villanueva Verano</td> </tr> <tr> <td>Producción civil</td> <td>BSV</td> <td>Baker Sanchez Villacorta</td> </tr> <tr> <td>Control de calidad</td> <td>ETM</td> <td>Eduardo Torres Manotupa</td> </tr> <tr> <td>Almacenero</td> <td>LVA</td> <td>Lester Vicente Asmat</td> </tr> <tr> <td>Prevenionista</td> <td>TVM</td> <td>Tony Vasquez Muñoz</td> </tr> </tbody> </table>							Cargo	Abreviatura	Titular	Residente de obra	PLE	Paul León Escobar	Jefe de oficina técnica	BLL	Branco León León	Producción logística	JVV	Jorge Villanueva Verano	Producción civil	BSV	Baker Sanchez Villacorta	Control de calidad	ETM	Eduardo Torres Manotupa	Almacenero	LVA	Lester Vicente Asmat	Prevenionista	TVM	Tony Vasquez Muñoz
Cargo	Abreviatura	Titular																												
Residente de obra	PLE	Paul León Escobar																												
Jefe de oficina técnica	BLL	Branco León León																												
Producción logística	JVV	Jorge Villanueva Verano																												
Producción civil	BSV	Baker Sanchez Villacorta																												
Control de calidad	ETM	Eduardo Torres Manotupa																												
Almacenero	LVA	Lester Vicente Asmat																												
Prevenionista	TVM	Tony Vasquez Muñoz																												

Tabla 3. Listado restricciones. Fuente: Elaboración Propia

2.1.4.1.4. PULL VS PUSH

La construcción ha sido tradicionalmente un sistema Push, es decir, se programan las actividades de adelante hacia atrás, y unas “empujan” a otras para cumplir los plazos y conseguir los objetivos. Por el contrario, Last Planner System® se basa en un sistema Pull, donde la programación se realiza de atrás hacia adelante. La ventaja de este sistema es que las actividades se iniciarán cuando realmente sea necesario y se conseguirá ver con anticipación posibles conflictos entre actividades.

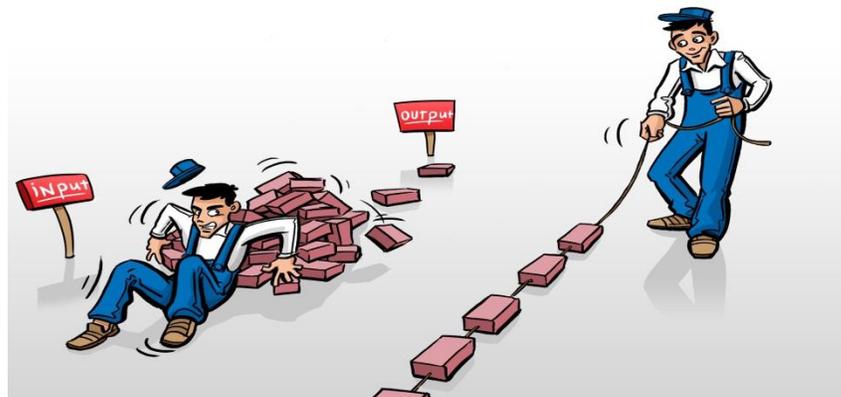


Ilustración 15. Diferencia gráfica entre sistemas Push y Pull

Sistemas Tipo Empujar (Push)

Un sistema que empuja la producción asigna el trabajo basándose en la demanda

Sistemas Tipo Jalar (Pull)

Un sistema que jala lo hace en función del status del sistema, es decir solo se le requiere de acuerdo a la planificación operacional

Tabla 4. Definiciones Básicas. Fuente: Jorge Miranda

2.1.4.1.5. BUFFERS DE PROGRAMACIÓN

Esta metodología persigue fundamentalmente proteger de la variabilidad a los procesos de producción de un proyecto repetitivo, para la cual no han sido ejecutadas todas las acciones posibles. En este sentido, la metodología propuesta se ajusta a la filosofía de utilizar los Buffers como estrategia complementaria para controlar la variabilidad en la construcción.

El sistema de producción repetitiva generado tiene que contar con buffers de programación, con esto logramos inyectar tiempos para levantar cualquier observación o eventualidad en el desarrollo de las partidas programadas. También es bueno precisar que en este sistema de producción todas las partidas son críticas, y si alguna partida no se desarrolla afectara a todo el sistema, es por esto que el nivel de detalle es alto en el estudio de estos lotes de producción.

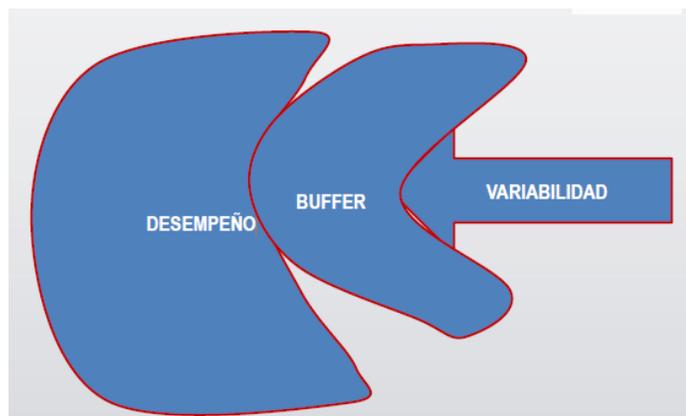


Ilustración 16. Actuación del Buffer. Fuente: Jorge Miranda

2.1.4.1.6. TIPOS DE BUFFERS

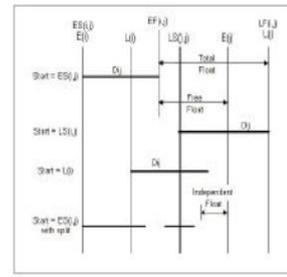
- Capacidad, ligero incremento de personal en partidas críticas
- Inventario, stock de reserva
- Tiempo, horas extras



Capacidad



Inventario



Tiempo

Ilustración 17. Tipos de Buffers. Fuente: Jorge Miranda

2.1.4.1.7. VARIABILIDAD

Podemos definir la variabilidad para el caso de los proyectos de construcción como la ocurrencia de eventos distintos a los previstos por efectos internos y externos al sistema, está presente en todos los proyectos y se incrementa con la complejidad, velocidad, ubicación y magnitud de los mismos. Estos eventos son aleatorios y no se pueden predecir ni eliminar en su totalidad, es decir se puede predecir que ocurrirán imprevistos mas no sabemos de qué tipo ni cuando, aun así, se deben de tomar en cuenta ya que no hacerlo hará que se incrementen significativamente y que generen un impacto mayor en el proyecto.

Para el caso específico de los proyectos de construcción la variabilidad es gran problema debido a la cantidad de actividades que se tiene dentro de todo el proceso de construcción. Se sabe que la confiabilidad de una actividad predecesora es del orden del 95%, lo cual es una buena confiabilidad tratándose de un proceso, pero al tener muchas actividades predecesoras el porcentaje de confiabilidad cae enormemente hasta un valor del 8% para 50 actividades predecesoras.

Actividades Predecesoras	Confiabilidad del Proceso	Confiabilidad del Último Proceso
1	95%	95%
2		90%
5		77%
10		60%
20		36%
30		21%
50		8%

Tabla 5. Tabla de Porcentajes de Actividades Predecesoras. Fuente Capítulo Peruano LCI, 2012

Según los lineamientos de la filosofía Lean Construction las metas de nuestra producción son producir el producto, maximizando los desperdicios y minimizando las perdidas, la manera de minimizar las perdidas como primer paso para conseguir las 2 primeras metas es el correcto manejo de la variabilidad que es la principal fuente de desperdicios en la construcción (Baja productividad, trabajos no óptimos, paras en los procesos, etc.)

Por todo lo expuesto se entiende que se tiene que hacer algo para atacar la variabilidad, el primer paso debería ser disminuirla a medida de lo posible para tener una variabilidad mínima, luego de esto se tienen que plantear herramientas dentro de la obra para disminuir el impacto negativo que genera.

2.1.4.1.8. FIRST RUN STUDIES

- Revisar dibujos, modelos, horarios maestros, crear horarios y líneas de trabajo. Seleccionar operaciones para estudios preliminares, considerando aquellas que son peligrosos, críticos, nuevos y repetitivos.
- Definir la operación a diseñar en el estudio preliminar:
 - ¿Quiénes son los clientes y cuáles son sus requerimientos?
 - ¿Quiénes son sus proveedores y cuáles son sus compromisos?

Especificar Directrices/Criterios, Prerequisitos, y recursos.

- Definir el Proceso: desarrollar los pasos de la operación y mostrarlos en una tabla del proceso.
- Mapear movimiento de materiales, personal y equipo en un bosquejo del área de trabajo. Incluir tiempos, cantidades y distancias.
- Desarrollar una tabla de balance de personal que muestra qué trabajadores e items del equipo están activos durante cada paso en el proceso. Colocar bajo tabla de proceso para una fácil interpretación.
- Estimular la operación mediante el uso de prototipos físicos o digitales. Revisar su capacidad para cumplir con los criterios de seguridad, calidad, tiempo y costo.
- Si es necesario revisar el diseño de operación para cumplir con los criterios establecidos, o si las normas de desempeño pueden ser mejoradas.
- Probar, grabar y documentar.
- Examinar las descripciones y el video con el personal presente el él primero. Comprender qué pasó y porqué. Identificar oportunidades e ideas para mejoras.
- Iterar hasta acabar el tiempo o la oportunidad.
- Declarar el diseño el standard a alcanzar o sobrepasar.



Ilustración 18. Ejemplo de Primera Ejecución de Estudio de una partida. Fuente: Jorge Miranda

2.1.4.1.ELEMENTOS DEL LAST PLANNER SYSTEM®

Last Planner System® usa la programación en cascada para ir de lo general a lo particular, de la idea del proyecto a la ejecución real en obra. G. Ballard lo representa del siguiente modo:

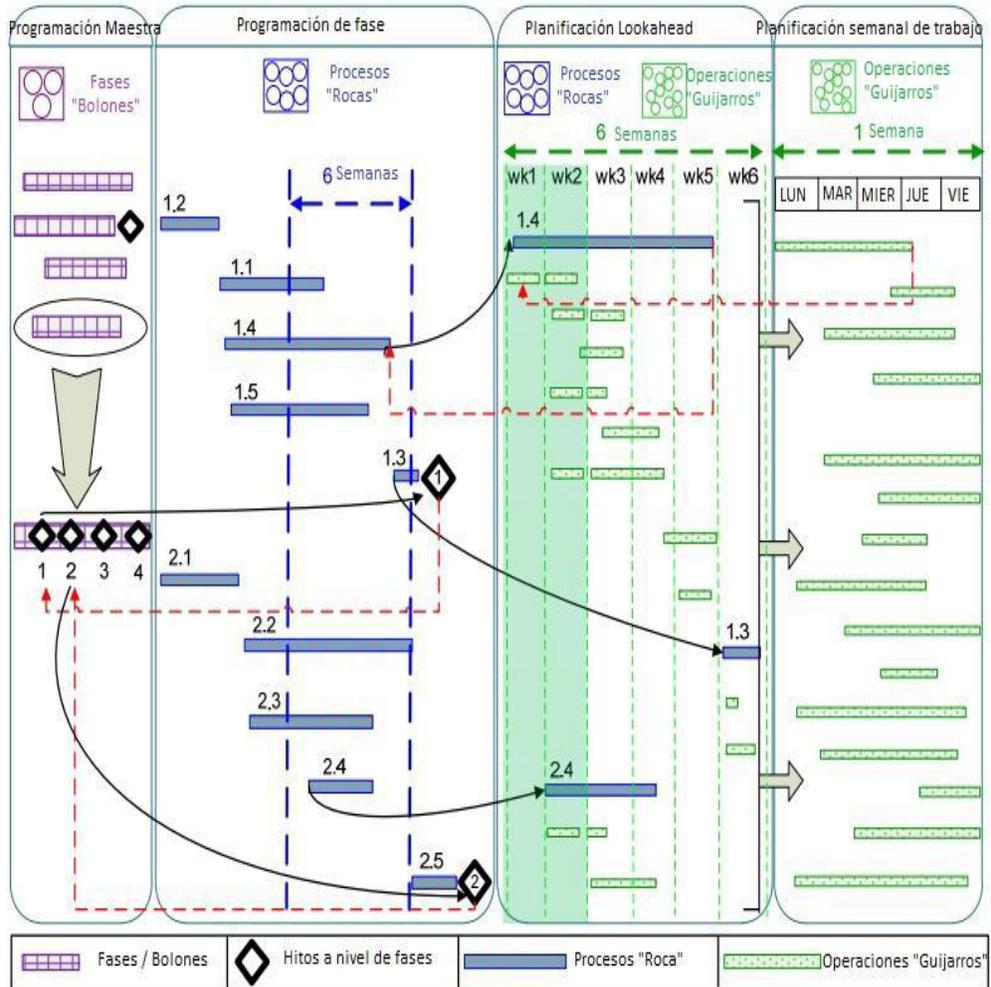


Ilustración 19. Procesos en el Planeamiento LPS. Fuente: Ballard 2012

El Last Planner System® es un sistema de tipo jalar y contiene varios controles en los sistemas de producción, esos controles parten del cronograma general de obra, llegando hasta el control de programación diaria. Estos controles nos tienen un orden específico para su implementación.



Ilustración 20. Cadena de Compromisos. Fuente: Jorge Miranda

2.1.4.1.1. PLAN MAESTRO

Consiste en plantear los hitos que se requieran para cumplir con los objetivos propuestos. Aquí se trabaja a nivel de grupos de actividades (fases) y se hace la programación para todo el proyecto, Esta programación puede estar sujeta a modificaciones y ajustes de acuerdo al estado del proyecto (comienzos, secuencias, duraciones, etc.). La tabla 5 esquematiza la programación del casco de una obra donde se identifican los hitos principales de la estructura.

ACTIVIDAD	MESES							
	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.
Obras Provisionales	♦							
Movimientos de Tierras			S2					
Calzaduras			S2					
Cimentación			S2					
Muro de Contención			S2	S1				
Columnas y Placas			S2	S1	1P	2P	3P	4P
Vigas y Losas			S2	S1	1P	2P	3P	4P
Tabiquería					1P	S2	2P	3P
Tarrajados						S1	1P	2P
Pisos					S2		1P	2P

Tabla 6. Programación Maestra de casco estructural. Fuente Orihuela (2011)

2.1.4.1.2. PROGRAMA DE FASES: PULL SESSION

Aquí se detalla las actividades a realizar por fases, y usaremos la técnica del Pull, es decir una programación en reversa, esto nos ayudará a determinar los trabajos necesarios para cumplir el objetivo de la fase.

Se identificará una fase y las actividades que la forman, tomando del programa maestro las fechas de inicio y fin. A continuación, definiremos la estructura del panel a emplear; se puede dividir por sectores, por especialidad o por responsables. Lo más conveniente es crear un panel que pueda quedar visible en la sala donde se realicen las reuniones de programación. Se emplearán post-it, un color por cada uno de los representantes, para identificar sus compromisos /necesidades.

Preguntas necesarias:

- ¿Cómo vamos a hacer esta fase?
- ¿Cuáles son los límites y las oportunidades?



Ilustración 21. Muestra post-it. Fuente: Elaboración propia

Encofrado de Muros	
07/10/14	
13/10/14	1 Op + 1 Pe
13/10/14	25.00 m ²

Ilustración 22. Muestra post-it. Fuente: Elaboración Propia

Preparación necesaria para todos los participantes:

Los participantes deben revisar el actual conjunto de planes, no sólo por su ámbito de trabajo, sino también para entender cómo su producto de trabajo apoya los esfuerzos de los demás.

Los participantes deben revisar la fijación de precios que proporcionaron o utilizado en sus intentos por comprender los riesgos y las oportunidades que se han identificado hasta la fecha. Deben estar preparados para discutir formas alternativas de la realización de su trabajo (y ser capaces de comprometerse a realizarla de forma alternativa).

Los participantes deben estar familiarizados con los "hitos" y las actividades que aparecen.

2.1.4.1.3. LOOKAHEAD PROGRAM

El Lookahead es el segundo nivel en la jerarquía de Last Planner System®, en él se resaltan las actividades que deberían hacerse en un futuro cercano.

Su principal objetivo es controlar el flujo de trabajo, entendiéndose como flujo de trabajo la coordinación de diseño (planos), proveedores (materiales y equipos), recursos humanos, información y requisitos previos, que son necesarios para que la cuadrilla cumpla su trabajo.

Para poder cumplir las funciones del Lookahead, existen determinados procesos específicos. A continuación, se explicarán cada uno de esos procesos.

2.1.4.1.3.1. DEFINICIÓN DEL INTERVALO DE TIEMPO DEL LOOKAHEAD

El número de semanas sobre el cual se extiende el Lookahead es escogido de acuerdo a las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, y los tiempos de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria. Algunas actividades tienen tiempos de respuestas largos para generar el abastecimiento, es decir, un largo período desde el momento en que se piden recursos hasta que éstos son recibidos.

Estos períodos de respuesta deben ser identificados durante la planificación inicial para cada actividad incluida en el programa maestro.

2.1.4.1.3.2. DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA PLANIFICACIÓN LOOKAHEAD

Para preparar el Lookahead explotaremos las actividades del programa maestro que estén contenidas dentro del intervalo definido. Lo que obtendremos en el Lookahead es un conjunto de tareas para un intervalo de tiempo dado. Cada una

de estas tareas tiene asociada un conjunto de restricciones, que determinan si la tarea puede o no ejecutarse.

Después de identificar cada una de las tareas y sus restricciones dentro de la Planificación Lookahead, se procede a realizar el análisis de las restricciones.

2.1.4.1.3.3. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

Una vez que las asignaciones o tareas sean identificadas, se someterán a un análisis de restricciones que pueden ser de diseño, trabajo previamente ejecutado, espacio, equipos etc.

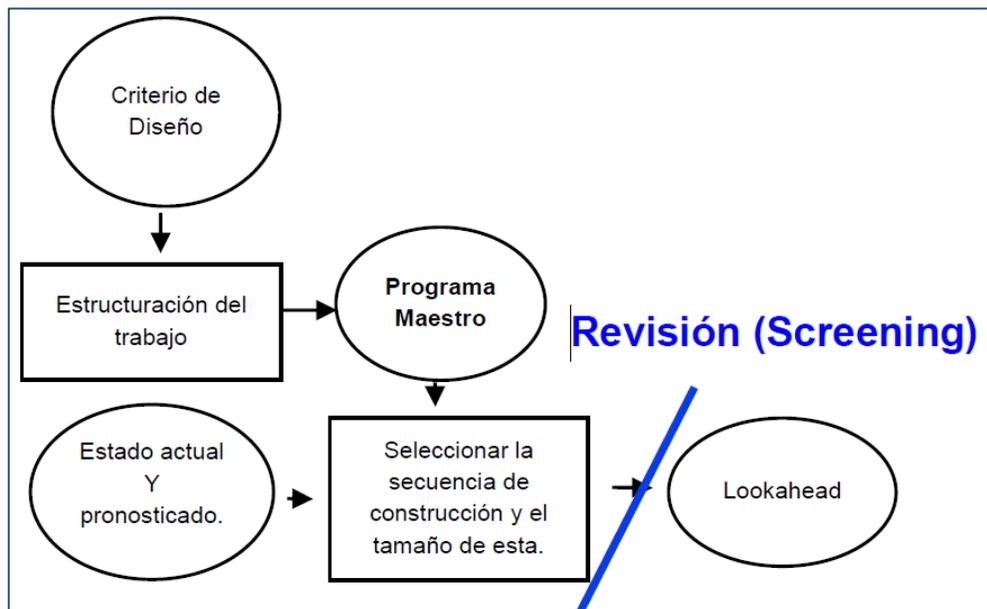


Ilustración 23. Revisión de actividades antes del Lookahead. Fuente: Ballard 2000

La idea fundamental es liberar a la tarea de las restricciones que le impiden ser ejecutada. Hecho esto estamos en condiciones de crear un listado de tareas que tiene alta probabilidad de ser cumplido, el plan de trabajo semanal (PTS) o inventario de trabajo ejecutable (ITE).

2.1.4.1.3.4. PLAN DE TRABAJO SEMANAL (PTS)

2.1.4.1.4. PROGRAMACIÓN DE TRABAJO SEMANAL

La programación semanal presenta el mayor nivel de detalle antes de ejecutar un trabajo. Debe ser realizada por administradores de obra, jefes de terreno, jefes de obra, capataces y otras personas que supervisan directamente la ejecución del trabajo.

DESCRIPCION	SEMANA 6				
	Lu	Ma	Mi	Ju	Ju
	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2do CORTE DE TERRENO EN EDIFICIO 2 Y 3					
ELIMINACIÓN DEL 2do CORTE EN EDIFICIO 2 Y 3					
COMPACTACIÓN POR CAPAS PARA PLATEAS 4 Y 5					
COMPACTACIÓN POR CAPAS PARA PLATEAS 6					
ACOFIO DE AFIRMADO PARA PLATEAS 2 Y 3					
COMPACTACIÓN POR CAPAS PARA PLATEAS 2 Y 3					
CALZADURAS					
CALZADURA DE EDIFICIO PROLONGACIÓN PASEO DE LA REPUBLICA					
PREPARACIÓN DE PLATEAS PARA EDIFICIOS 4 - 5 - 6					
EXCAVACIÓN DE CIMIENTO	5	5	5	5	6
COLCACIÓN DE PLASTICO	4	4	4	5	5
ACERO		4	4	4	4
IISS y IIEE		4	4	4	4
ENCOFRADO DE PLATEA			4	4	4
CONCRETO DE PLATEA					4

Ilustración 24. Ejemplo programación semanal de actividades. Fuente: Aesa Constructores

2.1.4.1.4.1. PORCENTAJE DE PROGRAMA CUMPLIDO

Last Planner System® necesita medir el desempeño de cada Programa de Trabajo Semanal para estimar su calidad. Esta medición, que es el primer paso para aprender de las fallas e implementar mejoras, se realiza a través del Porcentaje de Programa Cumplido. El PPC evalúa hasta qué punto Last Planner System® fue capaz de anticiparse al trabajo que se haría en la semana siguiente. Es decir, compara lo que será hecho según el Programa de Trabajo Semanal con lo que realmente fue hecho, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación.

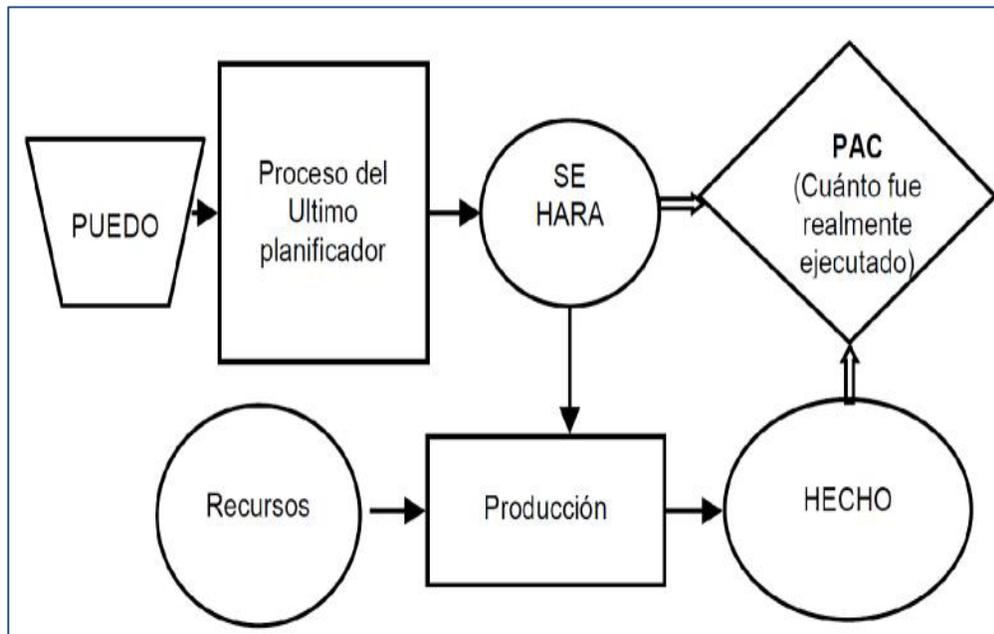


Ilustración 25. Porcentaje Programa Cumplido. Ballard 2000

En la Figura 19 se representa un ejemplo de una gráfica de Porcentaje de Programa Cumplido.

Es importante destacar el PPC mide el cumplimiento de lo programado, no el avance de obra, es decir, cuán acertado o no han sido los compromisos adoptados, el manejo de las restricciones, etc. de manera que los resultados de miden de forma binaria: 1 si se ha cumplido el compromiso adoptado y 0 si no se ha alcanzado.

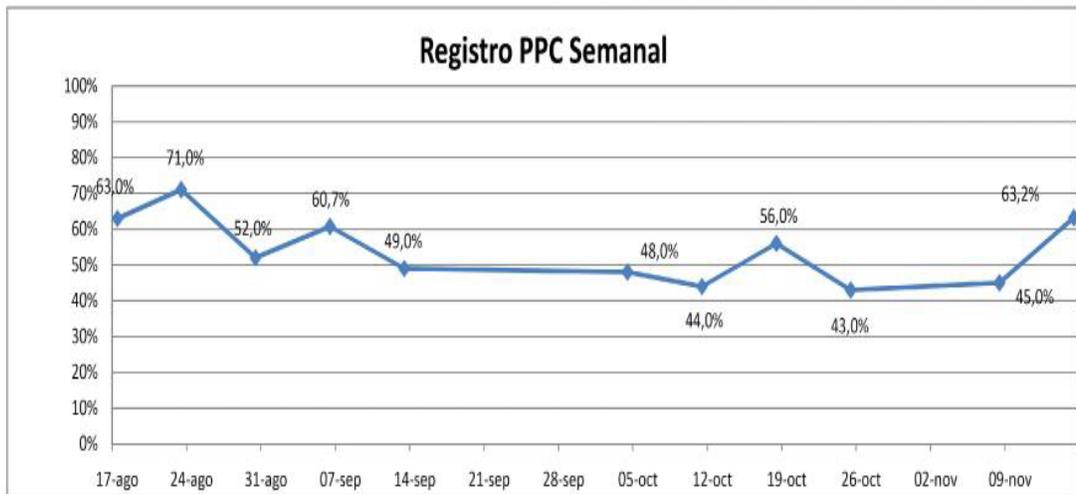


Ilustración 26. Porcentaje de Programa Completado. Fuente: Elaboración propia

2.1.4.1.4.2. REUNIÓN SEMANAL DE COORDINACIÓN

La reunión semanal de coordinación se debe desarrollar preferentemente durante una reunión en la semana anterior. En esta reunión deben participar todos los involucrados relacionados con prerequisites, recursos compartidos, directrices u otras limitaciones potenciales. Los propósitos de la reunión son los siguientes:

- Revisar y aprender del PPC de la semana anterior.
- Analizar las Causas de No Cumplimiento.
- Tomar acciones para mitigar las Causas de No Cumplimiento.
- Realizar un paralelo entre los objetivos alcanzados y los propuestos por el proyecto.
- Determinar las actividades que entran en la planificación Lookahead, analizando y responsabilizando las restricciones de cada tarea ingresada.
- Realizar un adecuado análisis de las restricciones (revisión y preparación).
- Determinar el ITE para la próxima semana.
- Formular el plan de trabajo para la semana siguiente.

2.1.4.1.5. PROGRAMACIÓN DE TRABAJO DIARIO

CONSTRUCTORA AESA		PROGRAMACIÓN DIARIA											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K-1/2/3/4/5/6/7/8/9/10	L-1/2/3/4/5/6/7/8/9/10	M	N
Item	Descripción de la Actividad	#Obr	#Cuad	Tot Obr	Personal	Sector	Metrado	Und	Yelo	#hr/día	HH/un	#días	Horario
1	Encofrado de Fondo de Vigas	2.00	8.00	16.00	MOLINAROJAS DIAZNIETO VALAMMOSQUITO VILLARREAL ESPINOZA CHAVEZ CARRERA AGUILAR NESTARES TITO CABRERA CARUJULCA BANCOS LOPEZ HIDALGO INGUNZA FALCON PAREDES CRUZ QUISPE QUISPE QUICANO GARAMENDI LUJAN CASAVARDE GUZMAN GUZMAN MONTES QUISPE	Sector II	32.00	M2	4.00	8.50	4.25	1.00	7:30-5:00
2	Encofrado de Costado de Vigas	2.00	10.00	20.00	FABIAN SANCHEZ CHAVEZ ROJAS ESCUDERO LOPEZ ESTEVEZ CRUZ COOPALOZANO GABANCHO CASTRO AGUILAR BLANCO CABRERA BAUTISTA YAVURILEIVA BELLIDO MARTINEZ JAIMES QUIRONES QUISPE RAMOS SIFUENTES TUESTA MORENO GOMEZ ALANVA CONTRERAS HUAMANYSUIZA ORELLANA CARHUAMACHA ABRIL HUAROTO DIAZ COPITAN TITO FERNANDEZ	Sector II	70.00	M2	7.00	8.50	2.43	1.00	7:30-5:00
3	Encofrado de Escalera	2.00	1.00	2.00	PITOI ALFARO GONZALES ESQUECHE BLANCO CARUJULCA SANCHEZ BURGOS	Sector II	7.00	M2	7.00	8.50	2.43	1.00	7:30-5:00
4	Encofrado de Aligerado Viguetas Firth	2.00	4.00	8.00	VELASCO SANCHEZ IPANAQUE IPANAQUE BECERRA ESPINOZA ABREGU QUICANA EUGENIO TOCAS GARCIA PALOMINO AGUILAR CARDENAS PRADO BOCA	Sector II	58.00	M2	14.50	8.50	1.17	1.00	7:30-5:00

Tabla 7. Formato Programación Diaria. Fuente: Aesa Constructora

III. IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM® EN LA EMPRESA CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa trujillana Corporación Inmobiliaria F&F pertenece al Grupo Empresarial Familiar GMH, e inicio actividades el 09 de octubre del año 2000. El área de influencia de esta empresa abarca todo el departamento de La Libertad y específicamente la ciudad de Trujillo. La empresa tiene en su cartera de proyectos 10 edificios completamente entregados, logrando llegar a las 543 unidades habitacionales construidas.

Lugar	Nombre del Proyecto	Estado	Unidades Habitacionales
Trujillo	Aurora 1	Entregado	60
	Aurora 2	Entregado	40
	Residencial Ayacucho	Entregado	20
	Villa Mercedes 1	Entregado	20
	Villa Mercedes 2	Entregado	20
	San Fernando 1	Entregado	60
	San Fernando 2	Entregado	40
	El Parque 1	Entregado	108
	Sol de los Cedros	Entregado	60
	El Parque 2	Entregado	115
	El Roble	En Proyecto	100
	El Paraiso de las Quintanas	En Proyecto	246
	Piura	San Felipe	En Proyecto
Total			955

Ilustración 27: Proyectos de la Corporación Inmobiliaria F&F Fuente: Elaboración Propia

La empresa Corporación Inmobiliaria F&F actualmente tiene un proyecto en ejecución y otros dos en diseño, y de los cuales un proyecto es en la ciudad de Piura.

3.1.1. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa cuenta con un Directorio General constituido por los dueños del Grupo Empresarial, el cual es presidido por el Sr. Fernando Murgia Graham, y seguidamente en la línea de mando al Gerente General, representado por el Sr. Juan Carlos Bouroncle Luna, él a su vez subcontrata a tres empresas para el soporte estratégico de sus decisiones en la empresa, siendo estas:

- Asesoría Legal: Estudio Muñiz
- Asesoría Tributario: Estudio Arancibia
- Auditoria de Obra: Proyecto Consulting

Siguiendo la línea de mando, la empresa tiene tres áreas bien definidas las cuales son:

- Residencia de Obra
- Administración y Finanzas
- Ventas

En el área de residencia se encuentran: residente de obra, asistente de residente, ingeniero de calidad, supervisor de acabados y prevencionista.

En el área de administración y finanzas: administradora, asistente de administración, asistente legal, contabilidad, asistente contable, logística, almacén, asistente de almacén.

En el área de ventas: jefa de ventas y 4 vendedoras.

ORGANIGRAMA CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F

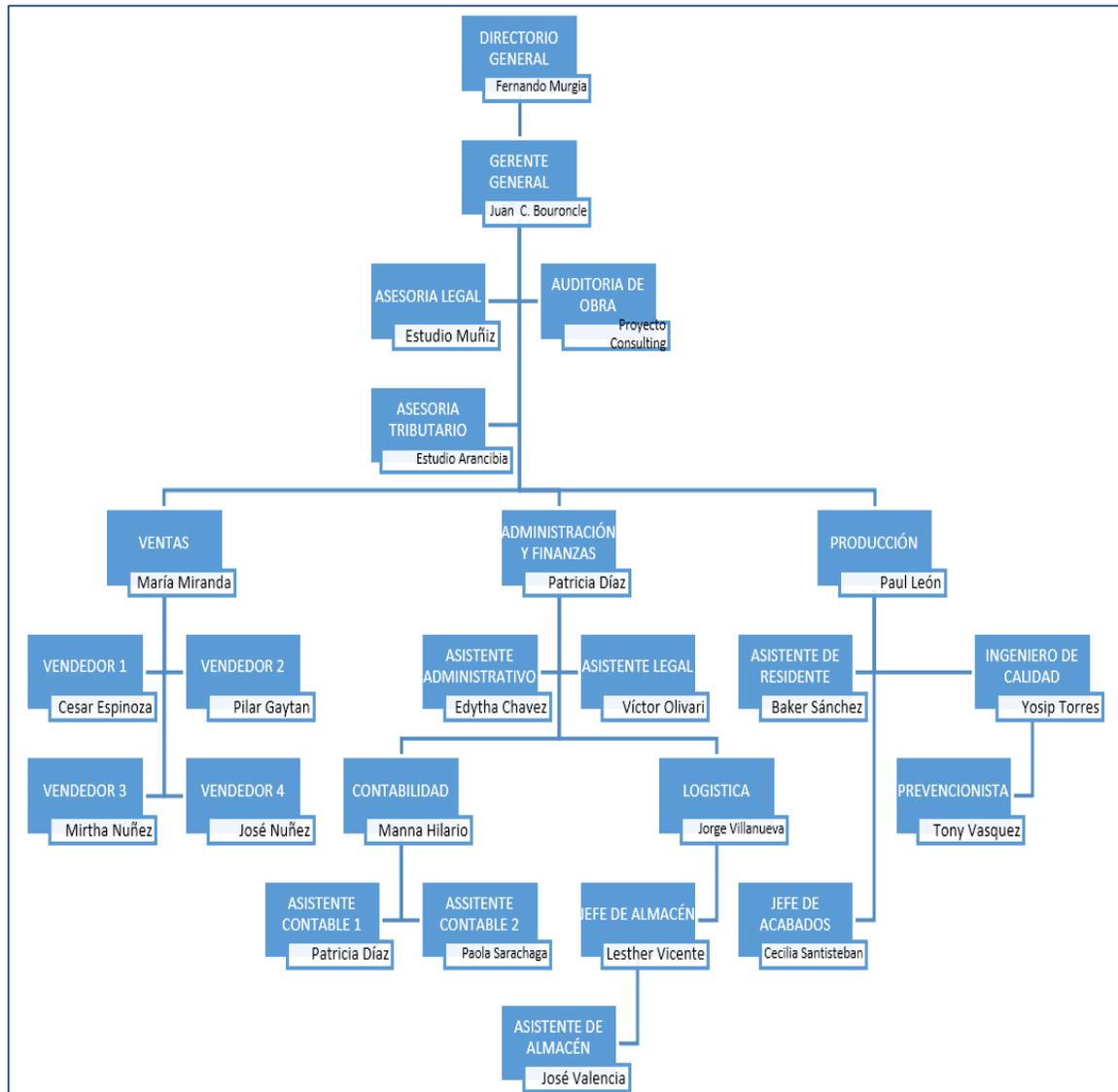


Ilustración 28. Organigrama Corporación Inmobiliaria F&F. Fuente: Elaboración Propia

La empresa actualmente se encuentra iniciando la construcción del proyecto inmobiliario denominado Residencial El Roble, el cual detallaremos a continuación.

3.2. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

A continuación, algunas otras características técnicas de la parte del casco estructural de la obra:

- Edificio multifamiliar de 15 niveles, de 7 departamentos por nivel.
- Muros, alfeizares y losas íntegramente de concreto armado.
- El encofrado de los muros y losas son de acabado caravista, simplemente solaqueados.
- Los alfeizares son hechos después de haber desencofrado los muros que lo complementan, la junta de dilatación es de 1/2”.
- El proyecto contempla una torre-grúa para la colocación de concreto, así como también para el izaje de materiales.
- El concreto utilizado en obra en la parte del casco estructural es exclusivamente premezclado.
- La fundación utilizada en el proyecto es una platea de cimentación.
- Las instalaciones (desagüe, acometidas eléctricas, ACI) están instaladas por debajo de la platea de cimentación.
- El proyecto limita en la parte posterior con el canal de la mochica, el cual pasa por debajo de la vereda de la calle Antracita.
- El proyecto cuenta con dos fachadas: una a la avenida América Oeste y la otra a la calle Antracita, con una diferencia de cotas de +0.60m.
- Los pit de ascensores es de 1.50m. de profundidad.
- Para el sistema de agua en todo el proyecto se está utilizando el sistema de polifusión para agua caliente y fría.
- Estacionamientos perimetrales dobles.
- El acero en las losas macizas y en los muros de ductilidad limitada son mallas electrosoldadas.
- El proyecto se desarrolla en un área de terreno total de 1,546.93m², el área techada suma 10,287.73m², y el área libre es 852.08m².

- El edificio cuenta con 2 ascensores de capacidad de 8 personas o 600.00kg.
- El sistema contra incendios está constituido por una bomba centrífuga de 40 HP de caudal 18.90 lps, y una electrobomba multietápicas Jokey de 3 HP caudal 0.60 lps, y para agua de dotación tiene 2 electrobombas centrífugas multietápicas de 7.5 HP de caudal 5.00 lps.



Ilustración 29. Vista en planta del primer nivel del Proyecto Residencial El Roble. Fuente:

Elaboración Propia

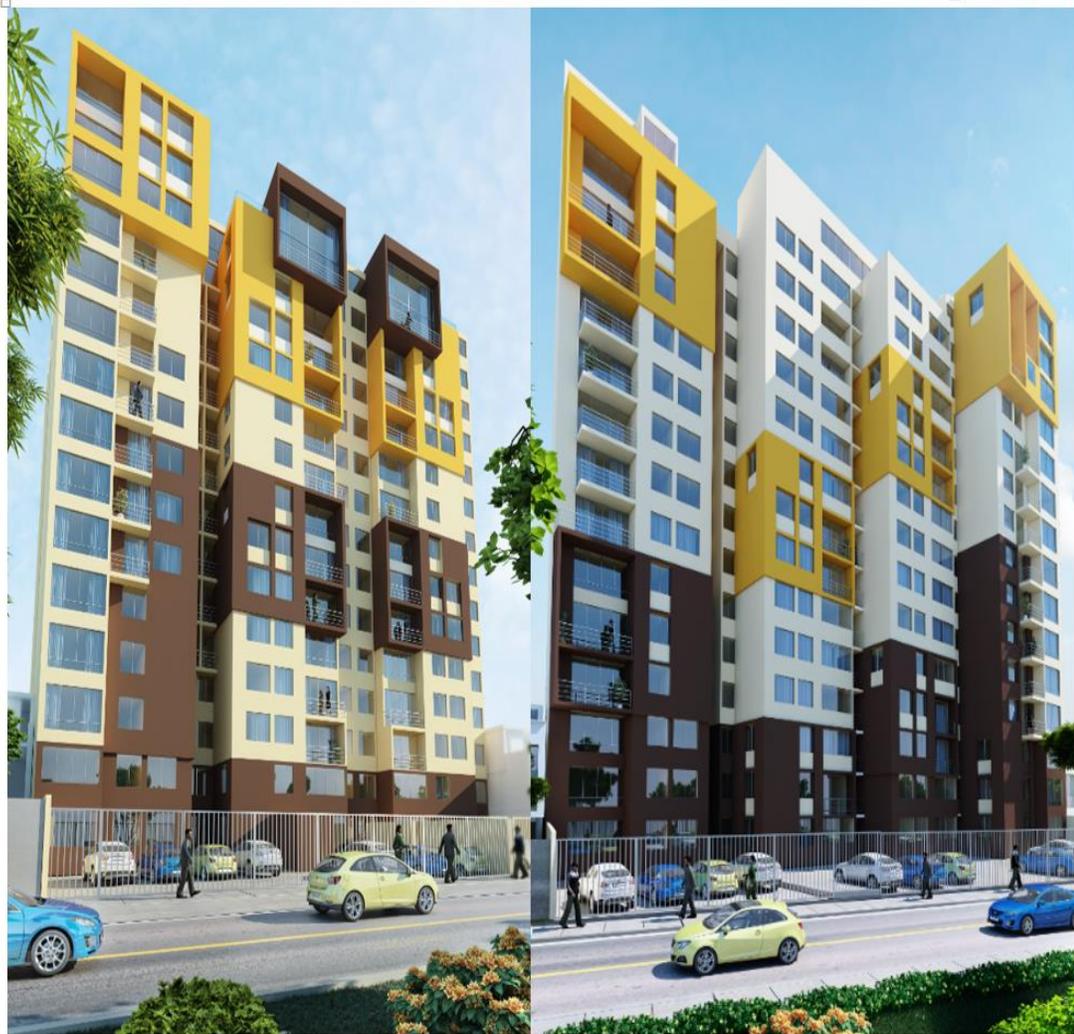


Ilustración 30. Render 3D de las dos fachadas del Proyecto. Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto denominado Condominio Residencial El Roble, se encuentra ubicado en la Av. América Oeste N°382-384, Urb. Los Cedros, Distrito y Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

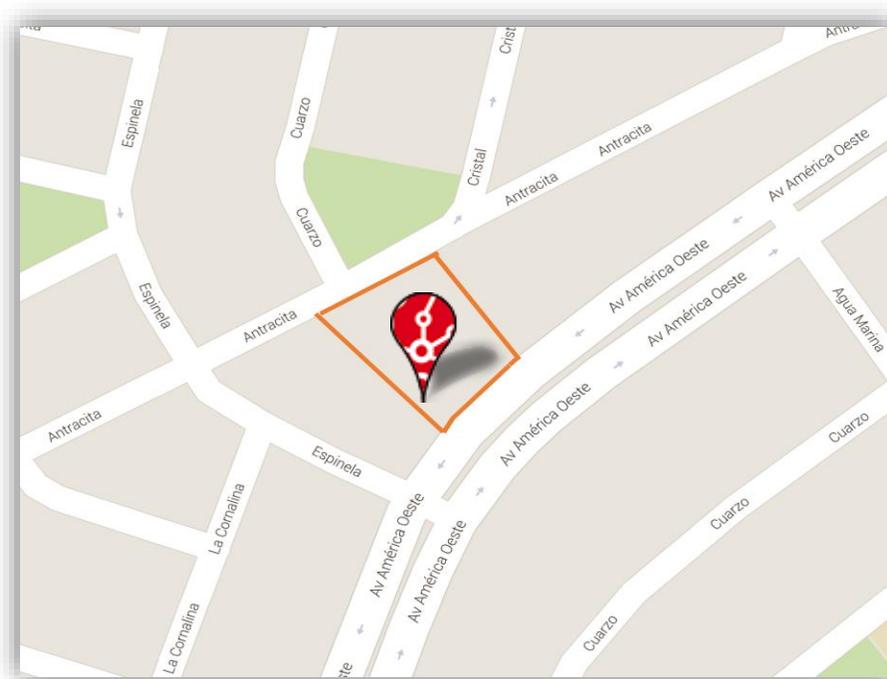


Ilustración 31. Ubicación del Proyecto Residencial El Roble. Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.2. PRESUPUESTO DE OBRA

A continuación, se muestra un resumen del presupuesto, en él se pueden observar los costos globales:

RESUMEN DE PRESUPUESTO				
OBRA		EL ROBLE		
PROPIETARIO		CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F		
ÁREA TECHADA		10,433.80		
TIPO DE CAMBIO		2.80		
CÓD.	DESCRIPCIÓN	SUB TOTAL	IGV 18%	TOTAL
I	ESTRUCTURAS - CASCO	S/. 4,189,964.53	S/. 754,193.62	S/. 4,944,158.15
II	ARQUITECTURA - ACABADOS	S/. 2,123,046.52	S/. 382,148.37	S/. 2,505,194.89
III	INSTALACIONES SANITARIAS	S/. 323,249.65	S/. 58,184.94	S/. 381,434.59
IV	INSTALACIONES ELECTRICAS	S/. 695,894.18	S/. 125,260.95	S/. 821,155.13
COSTO TOTAL		S/. 7,332,154.88	S/. 1,319,787.88	S/. 8,651,942.76
		Costo m2 S/.		829.22
		Costo m2 \$		296.15

Tabla 8. Resumen de Presupuesto. Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.3. CUADRO DE SUPERFICIES

CUADRO NORMATIVO		
PARÁMETROS	CERTIFICADO DE PARÁMETROS URBANÍSTICOS	PROYECTO
ÁREA NORMATIVA DEL LOTE	450.00 m ²	1546.93 m ²
USOS	RDA	MULTIFAMILIAR
DENSIDAD NETA	2250 hab/Há + 10% = 2475	2469hab/Há
COEFICIENTE DE EDIFICACIÓN	Libre	6.65
PORCENTAJE DE ÁREA LIBRE	Área Libre Necesaria	55.08%
ALTURA MÁXIMA	1.5 (a+r) = 1.5 (60+3+3) = 54m	38.35m
RETIRO MÁXIMO FRONTAL	Avenida = 3.00m y Calle 2.00m	Avenida = 10.00m y Calle 10.00m
ESTACIONAMIENTO	01 plaza cada 02 viviendas	100 dptos. = 50 plazas
ALINEAMIENTO	Sin volados sobre el límite de propiedad	Sin volados sobre el límite de propiedad

Tabla 9. Cuadro de Superficies. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO DE ÁREAS	
DESCRIPCIÓN	ÁREA TECHADA (m ²)
1° NIVEL	694.86
2° NIVEL	693.30
3° NIVEL	700.81
4° NIVEL	705.82
5° NIVEL	707.56
6° NIVEL	705.82
7° NIVEL	701.14
8° NIVEL	679.30
9° NIVEL	691.82
10° NIVEL	691.82
11° NIVEL	679.30
12° NIVEL	685.37
13° NIVEL	691.82
14° NIVEL	678.15
15° NIVEL	540.84
TECHOS	21.22
CUARTO DE MÁQUINAS	18.75
TOTAL ÁREA TECHADA	10,287.73
ÁREA DE TERRENO	1,546.93
ÁREA LIBRE	852.08

Tabla 10. Cuadro de Área. Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.4. ORGANIGRAMA DE OBRA

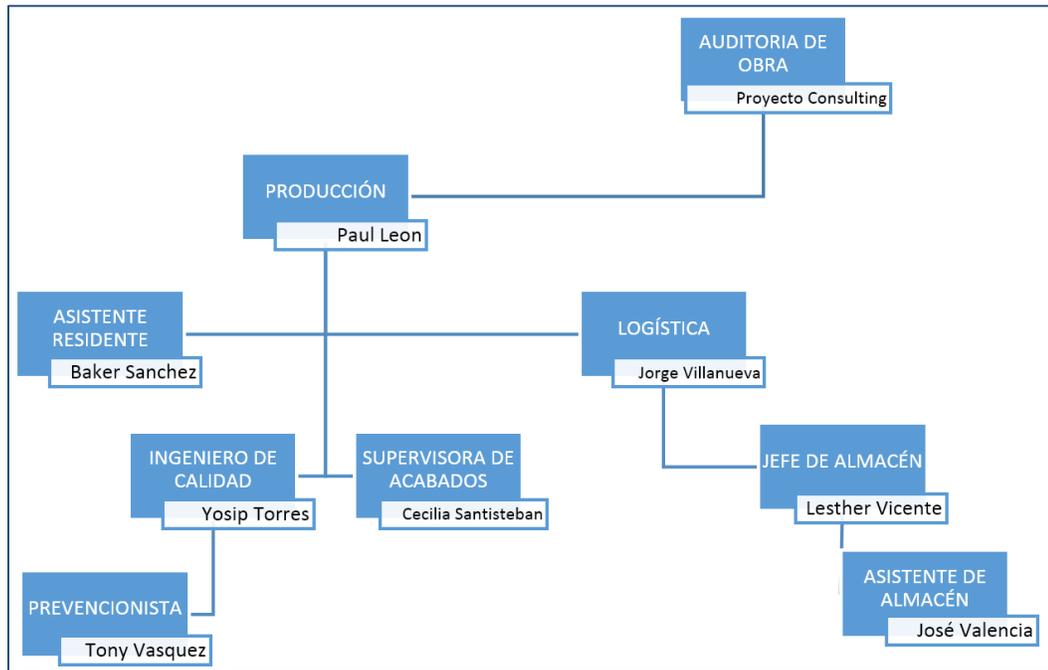


Tabla 11. Organigrama de Obra. Fuente: Elaboración Propia

3.3. PLANEAMIENTO INICIAL (TRADICIONAL)

El proyecto se planificó de la manera tradicional basándose en cronogramas de Gantt, es por esto que al ingresar el equipo de residencia para iniciar el proyecto se basó en lo que mandaba la programación, mientras avanzaba la construcción de la fundación del edificio, se reprogramó el proyecto basándonos en un sistema de producción lineal, haciendo uso de la teoría de lotes (sectorización), para luego ensamblarlos y encadenarlos en trenes de trabajo, buscando balancear durante este proceso mano de obra y materiales.

El planteamiento tradicional no utiliza detalles diarios de construcción, lo cual genera mayor incertidumbre en el Proyecto. Esta incertidumbre se refleja en los ratios unitarios de construcción.

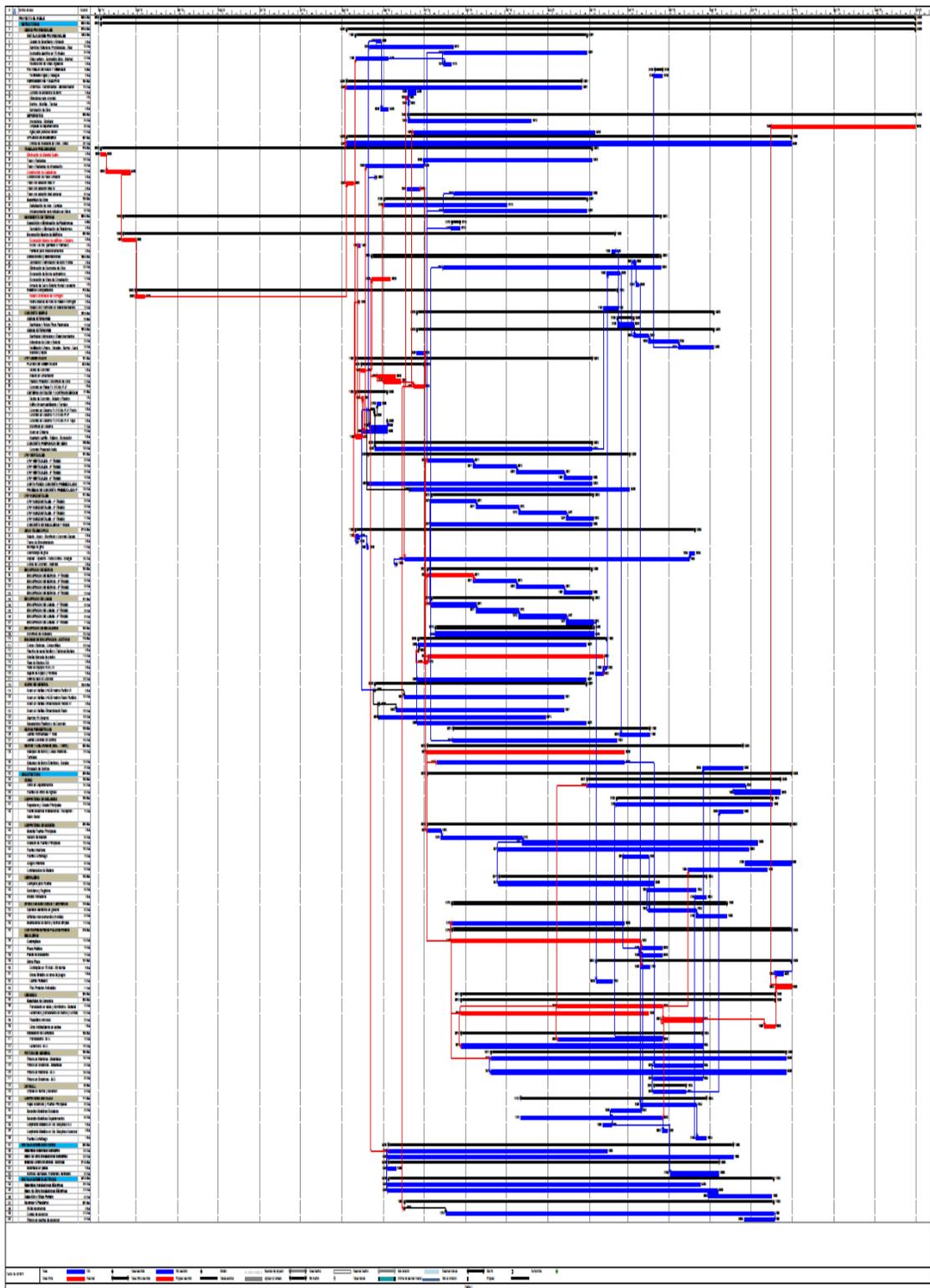


Ilustración 32. Diagrama de Gantt del proyecto. Fuente: Elaboración Propia

3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM®

3.4.1. CÁLCULOS DE CAPACIDAD DE TRABAJO (PROGRAMACIÓN A RITMO CONSTANTE DE TRABAJO)

El proyecto cuenta con una torre-grúa, la cual no sólo apoyará partidas de izaje de encofrado y acero, sino que también estará a cargo de la partida de colocación de concreto de todo el proyecto. Es por esto que se ha realizado el estudio de Ciclos de Torre-Grúa.

3.4.1.1. ESTUDIO DE CICLOS DE TORRE-GRÚA

Una vez instalada la torre-grúa en obra, hicimos pruebas de ciclos de tiempo para las partidas de estructuras y de acabados, también detallamos las especificaciones técnicas de la torre-grúa usada.

								hp	kW		
											
	25 PC 13	m/min	8,2	33	66	4,1	16,5	33	25	18,4	323 m
		t	2,5	2,5	1,3	5	5	2,6			
	4 D3 V3	m/min	15 - 30 - 58					4	3		
	RCV 60	rpm	0 → 0,8					8	5		
	RT 324	m/min	26					2 x 4	2 x 2,9		
CEI 38		IEC 38									
400 V (+6% -10%) 50 Hz			25 PC : 35 kVA				2000/14				

Ilustración 33. Especificaciones Técnicas de Torre-Grúa. Fuente: Grupo Impulsa

Primero definiremos el layout del proyecto, y determinaremos la ubicación más idónea para la torre-grúa a instalar, apoyados de los radios de giro del brazo de la torre-grúa, tomando en cuenta el primer nivel y el décimo quinto nivel.

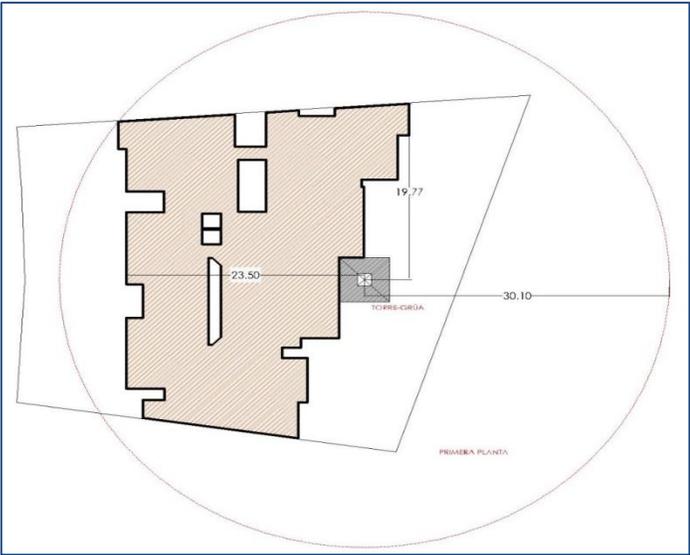


Ilustración 34. Layout del Proyecto Piso 1. Fuente: Elaboración Propia

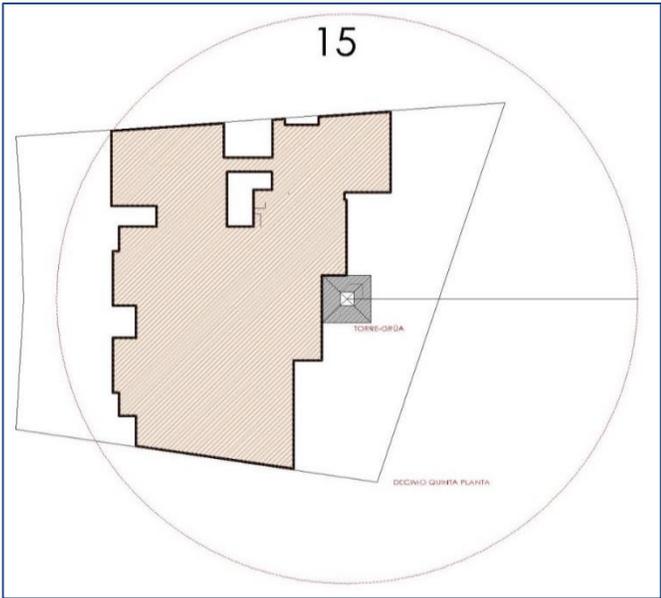


Ilustración 35: Layout del Proyecto Piso 15. Fuente: Elaboración Propia

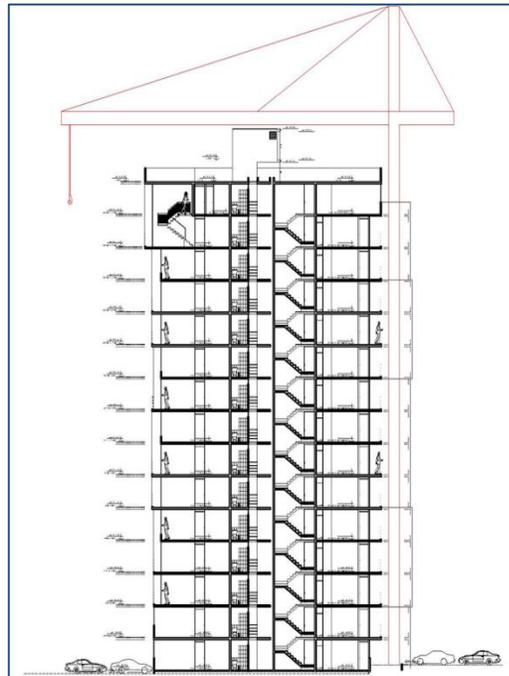


Ilustración 36. Elevación de Torre-Grúa. Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber graficado en planta y elevación la ubicación de la torre-grúa en el proyecto, detallaremos los datos del balde concretero utilizado para la partida de colocación de concreto, estos datos serán básicamente el peso propio del balde concretero, el peso de la polea y finalmente el peso del concreto, según contratista de torre-grúa la capacidad de carga limite es de 2.2 Tn en la punta de la pluma o brazo. Ahora calculamos el peso propio del balde concretero y su polea (0.3Tn.) + la capacidad del balde concretero por el peso específico del concreto (0.62m3.) x (2.4 Tn./m3.) = 1.79 Tn.

	Peso Propio + Polea (TN)	Capacidad (M3)	Peso Total Máximo Cargado (TN)
Balde de concreto	0.30	0.62	1.79

Tabla 12. Peso total de balde concretero. Fuente: Elaboración Propia

Caso1: Hasta 3er Piso

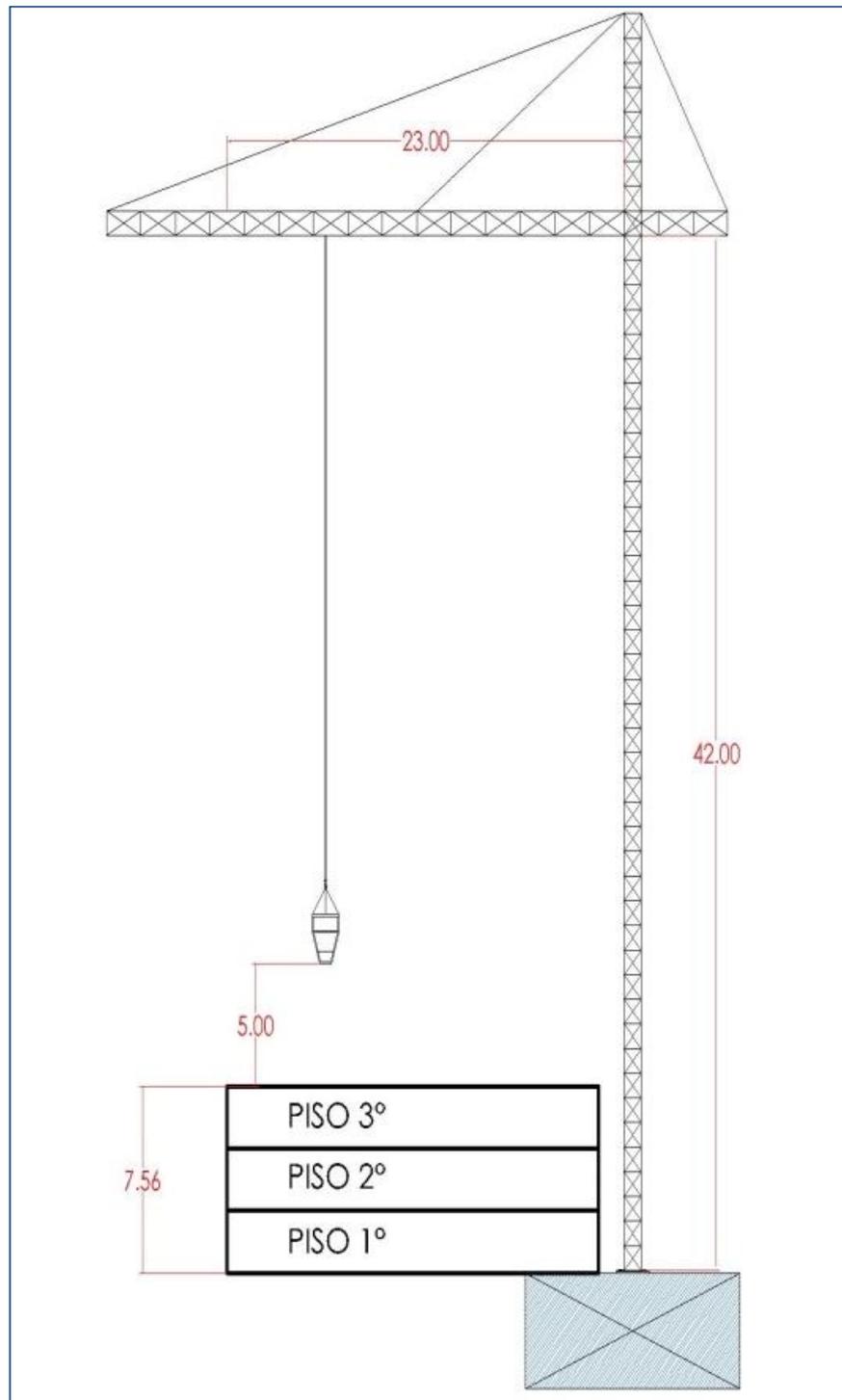


Ilustración 37. Ciclo Torre-Grúa hasta 3 pisos. Fuente: Elaboración Propia

PISO	ALTURA 1(m.)	LONG. PROM (m.)	ALTURA 2 (m.)	ROTACION (°)
3	7.56	23.00	5.00	90

Tabla 13. Datos 1er tramo de ciclo de colocación de concreto. Fuente: Elaboración Propia

- **Cálculo del Tiempo por ciclo – Partida Colocación de Concreto en Muros – 1er tramo**

$$T_{CICLO} = T_{CARGA} + T_{ESTROBADO} + T_{IZAJE} + T_{DESCARGA} + T_{RETORNO}$$

Asumiendo:

- $T_{CARGA} = 0.10 \text{ min}$ 17 seg.
- $T_{ESTROBADO} = 0.05 \text{ min}$ 8 seg.
- $T_{DESCARGA} = 5.00 \text{ min}$ 300 seg.

Tiempo de Izaje

$$T_{IZAJE} = (T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN}) + T_{MOV.HORIZONTAL} + T_{MOV.VERTICAL 2}$$

- $T_{MOV.VERTICAL} = 0.38 \text{ min}$ 33.00 m/min
- $T_{ROTACIÓN} = 0.20 \text{ min}$ 0.80 rpm
- $T_{MOV.HORIZONTAL} = 0.77 \text{ min}$ 30.00 m/min
- $T_{MOV.VERTICAL 2} = 0.15 \text{ min}$ 33.00 m/mm

$$T_{IZAJE} = 1.30 \text{ min}$$

Tiempo de Retorno

$$T_{RETORNO} = T_{MOV.VERTICAL 2} + T_{MOV.HORIZONTAL} + (T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN})$$

- $T_{MOV.VERTICAL 2} = 0.08 \text{ min}$ 68.00 m/min
- $T_{MOV.HORIZONTAL} = 0.40 \text{ min}$ 58.00 m/min
- $T_{ROTACIÓN} = 0.20 \text{ min}$ 0.80 rpm
- $T_{MOV.VERTICAL 1} = 0.19 \text{ min}$ 66.00m/min

$$T_{RETORNO} = 0.67 \text{ min}$$

Tiempo Total Por Ciclo – 1er tramo

$$T_{CICLO} = T_{CARGA} + T_{ESTROBADO} + T_{IZAJE} + T_{DESCARGA} + T_{RETORNO}$$

- **$T_{TOTAL} = 7.12 \text{ min}$**

Caso 2: Hasta 6to Piso

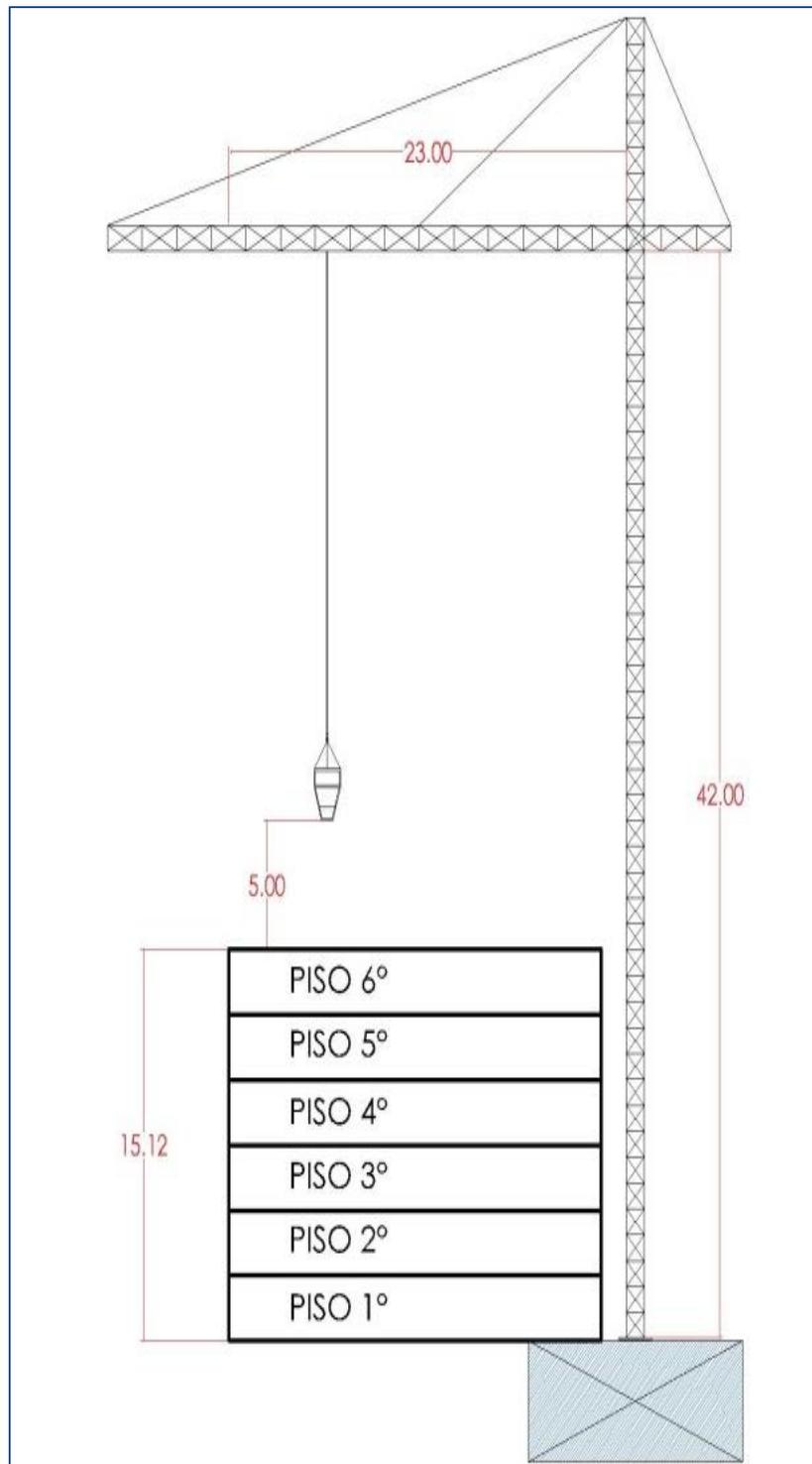


Ilustración 38. Ciclo Torre-Grúa hasta 6 pisos. Fuente: Elaboración Propia

PISO	ALTURA 1	LONG. PROM	ALTURA 2	ROTACION
6	15.12	23.00	5.00	90

Tabla 14. Datos 2do tramo de ciclo de colocación de concreto. Fuente: Elaboración Propia

- **Cálculo del Tiempo por ciclo – Partida Colocación de Concreto en Muros – 2do tramo**

$$T_{CICLO} = T_{CARGA} + T_{ESTROBADO} + T_{IZAJE} + T_{DESCARGA} + T_{RETORNO}$$

Asumiendo:

- $T_{CARGA} = 0.10 \text{ min}$ 17 seg.
- $T_{ESTROBADO} = 0.05 \text{ min}$ 8 seg.
- $T_{DESCARGA} = 5.00 \text{ min}$ 300 seg.

Tiempo de Izaje

$$T_{IZAJE} = (T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN}) + T_{MOV.HORIZONTAL} + T_{MOV.VERTICAL 2}$$

- $T_{MOV.VERTICAL} = 0.61 \text{ min}$ 33.00 m/min
- $T_{ROTACIÓN} = 0.23 \text{ min}$ 0.91 rpm
- $T_{MOV.HORIZONTAL} = 0.77 \text{ min}$ 30.00 m/min
- $T_{MOV.VERTICAL 2} = 0.15 \text{ min}$ 33.00 m/min

$$T_{IZAJE} = 1.53 \text{ min}$$

Tiempo de Retorno

$$T_{IZAJE} = T_{MOV.VERTICAL 2} + T_{MOV.HORIZONTAL} + (T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN})$$

- $T_{MOV.VERTICAL 2} = 0.08 \text{ min}$ 66.00 m/min
- $T_{MOV.HORIZONTAL} = 0.40 \text{ min}$ 58.00 m/min
- $T_{ROTACIÓN} = 0.23 \text{ min}$ 0.91 rpm
- $T_{MOV.VERTICAL 1} = 0.30 \text{ min}$ 66.00 m/min

$$T_{RETORNO} = 0.78 \text{ min}$$

Tiempo Total Por Ciclo – 2do tramo

$$T_{IZAJE} = T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN} + T_{MOV.HORIZONTAL} + T_{MOV.VERTICAL 2}$$

- **$T_{TOTAL} = 7.46 \text{ min}$**

Caso 3: Hasta 9no Piso

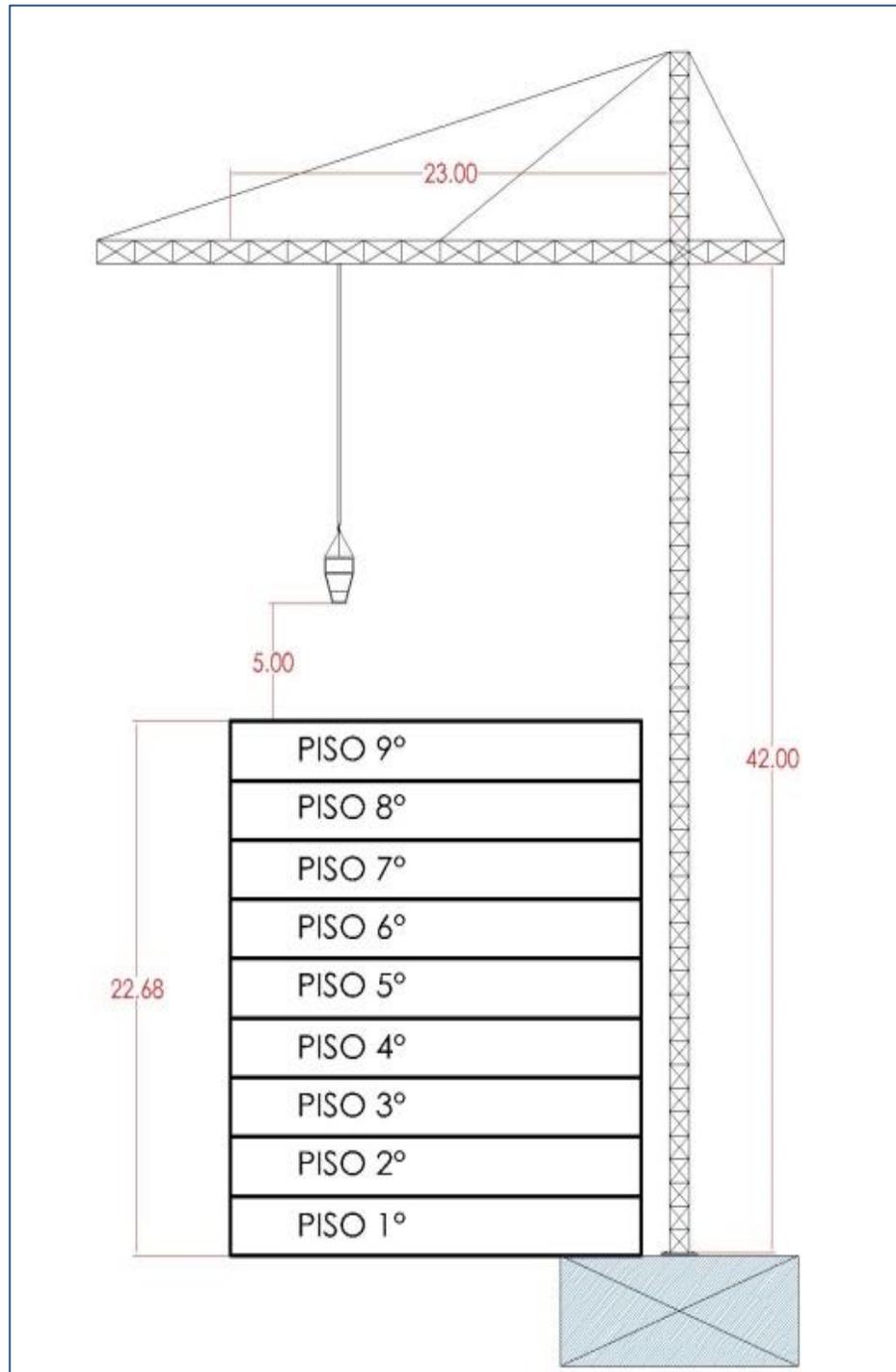


Ilustración 39. Ciclo Torre-Grúa hasta 9 pisos. Fuente: Elaboración Propia

PISO	ALTURA 1	LONG. PROM	ALTURA 2	ROTACION
9	22.68	23.00	5.00	90

Tabla 15. Datos 3er tramo de ciclo de colocación de concreto. Fuente: Elaboración Propia

- **Cálculo del Tiempo por ciclo – Partida Colocación de Concreto en Muros – 3er tramo**

$$T_{CICLO} = T_{CARGA} + T_{ESTROBADO} + T_{IZAJE} + T_{DESCARGA} + T_{RETORNO}$$

Asumiendo:

- $T_{CARGA} = 0.10 \text{ min}$ 17 seg.
- $T_{ESTROBADO} = 0.05 \text{ min}$ 8 seg.
- $T_{DESCARGA} = 5.00 \text{ min}$ 300 seg.

Tiempo de Izaje

$$T_{IZAJE} = (T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN}) + T_{MOV.HORIZONTAL} + T_{MOV.VERTICAL 2}$$

- $T_{MOV.VERTICAL} = 0.84 \text{ min}$ 33.00 m/min
- $T_{ROTACIÓN} = 0.20 \text{ min}$ 0.80 rpm
- $T_{MOV.HORIZONTAL} = 0.77 \text{ min}$ 30.00 m/min
- $T_{MOV.VERTICAL 2} = 0.15 \text{ min}$ 33.00 m/min

$$T_{IZAJE} = 1.76 \text{ min}$$

Tiempo de Retorno

$$T_{IZAJE} = T_{MOV.VERTICAL 2} + T_{MOV.HORIZONTAL} + (T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN})$$

- $T_{MOV.VERTICAL 2} = 0.08 \text{ min}$ 66.00 m/min
- $T_{MOV.HORIZONTAL} = 0.40 \text{ min}$ 58.00 m/min
- $T_{ROTACIÓN} = 0.20 \text{ min}$ 0.80 rpm
- $T_{MOV.VERTICAL 1} = 0.42 \text{ min}$ 66.00 m/min

$$T_{RETORNO} = 0.89 \text{ min}$$

Tiempo Total Por Ciclo – 3er tramo

$$T_{IZAJE} = T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN} + T_{MOV.HORIZONTAL} + T_{MOV.VERTICAL 2}$$

- **$T_{TOTAL} = 7.80 \text{ min}$**

Caso 4: Hasta 12do Piso

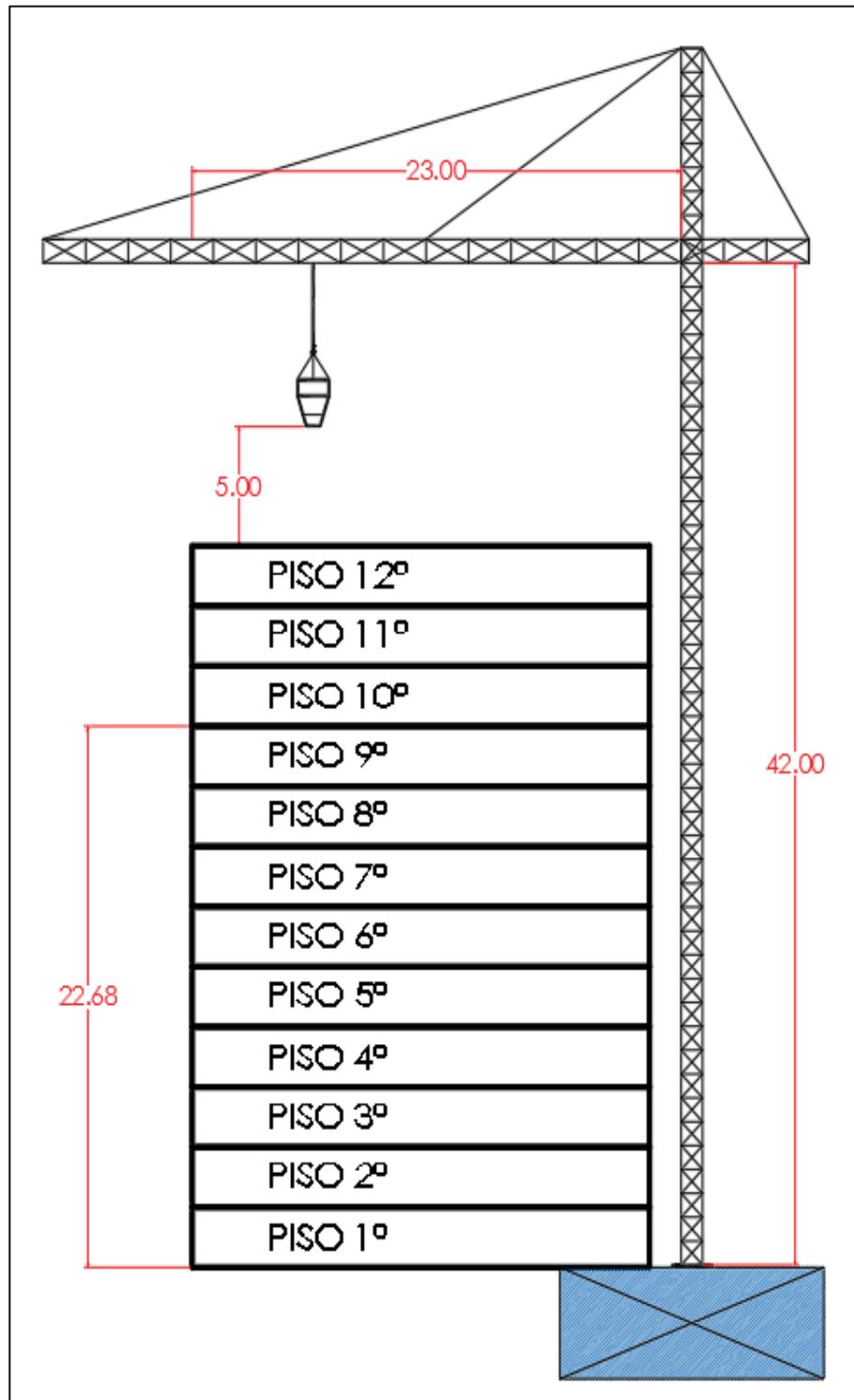


Ilustración 40. Ciclo Torre-Grúa hasta 12 pisos. Fuente: Elaboración Propia

PISO	ALTURA 1	LONG. PROM	ALTURA 2	ROTACION
12	30.24	23.00	5.00	90

Tabla 16. Datos 4to tramo de ciclo de colocación de concreto. Fuente Elaboración Propia

- **Cálculo del Tiempo por ciclo – Partida Colocación de Concreto en Muros – 4to tramo**

$$T_{CICLO} = T_{CARGA} + T_{ESTROBADO} + T_{IZAJE} + T_{DESCARGA} + T_{RETORNO}$$

Asumiendo:

- $T_{CARGA} = 0.10 \text{ min}$ 17 seg.
- $T_{ESTROBADO} = 0.05 \text{ min}$ 8 seg.
- $T_{DESCARGA} = 5.00 \text{ min}$ 300 seg.

Tiempo de Izaje

$$T_{IZAJE} = (T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN}) + T_{MOV.HORIZONTAL} + T_{MOV.VERTICAL 2}$$

- $T_{MOV.VERTICAL} = 1.07 \text{ min}$ 33.00 m/min
- $T_{ROTACIÓN} = 0.20 \text{ min}$ 0.80 rpm
- $T_{MOV.HORIZONTAL} = 0.77 \text{ min}$ 30.00 m/min
- $T_{MOV.VERTICAL 2} = 0.15 \text{ min}$ 33.00 m/min

$$T_{IZAJE} = 1.99 \text{ min}$$

Tiempo de Retorno

$$T_{IZAJE} = T_{MOV.VERTICAL 2} + T_{MOV.HORIZONTAL} + (T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN})$$

- $T_{MOV.VERTICAL 2} = 0.08 \text{ min}$ 66.00 m/min
- $T_{MOV.HORIZONTAL} = 0.40 \text{ min}$ 58.00 m/min
- $T_{ROTACIÓN} = 0.20 \text{ min}$ 0.80 rpm
- $T_{MOV.VERTICAL 1} = 0.53 \text{ min}$ 66.00 m/min

$$T_{RETORNO} = 1.01 \text{ min}$$

Tiempo Total Por Ciclo – 4to tramo

$$T_{IZAJE} = T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN} + T_{MOV.HORIZONTAL} + T_{MOV.VERTICAL 2}$$

- **$T_{TOTAL} = 8.14 \text{ min}$**

Caso 5: Hasta 15to Piso

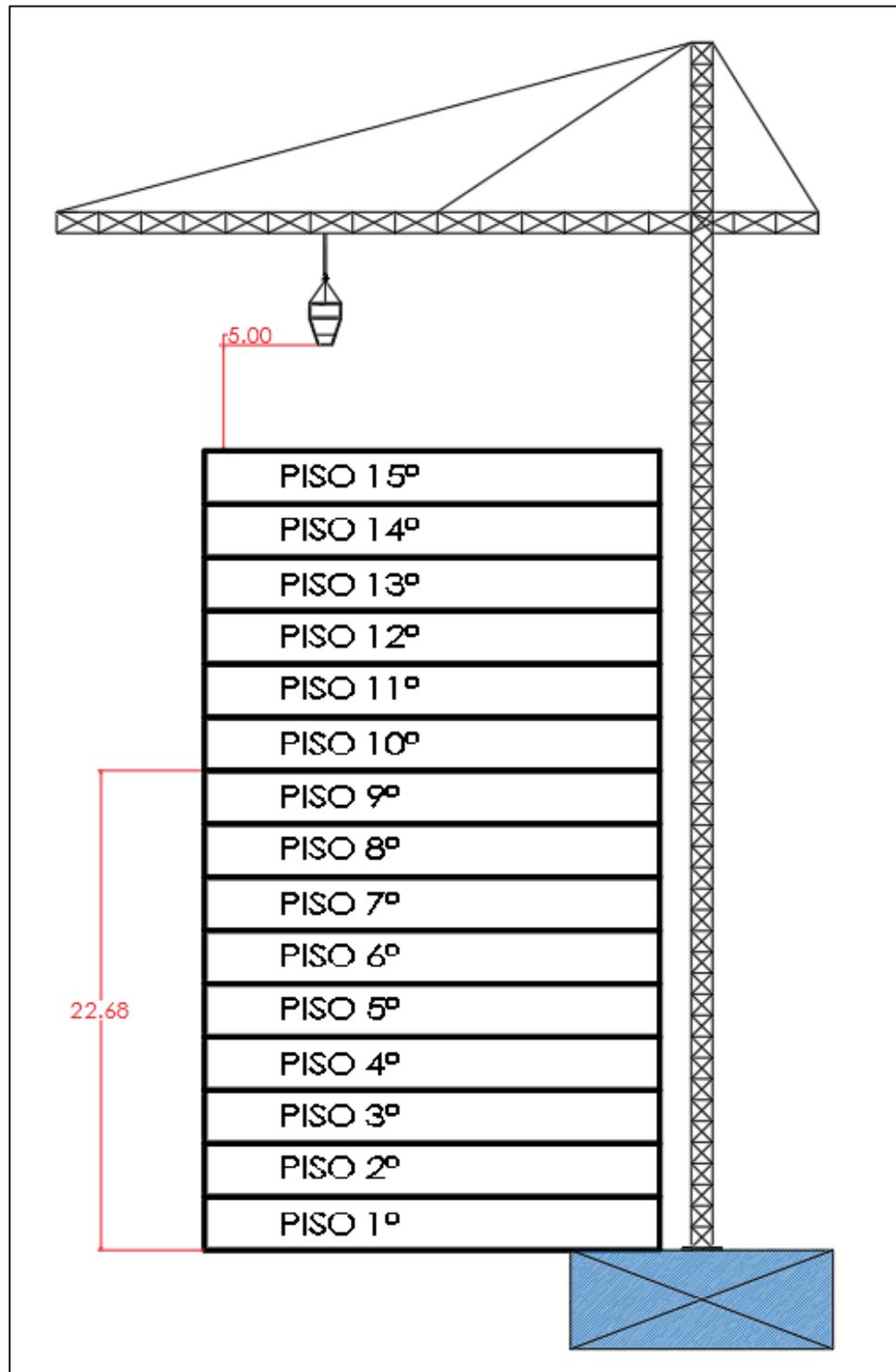


Ilustración 41. Ciclo Torre-Grúa hasta 15 pisos. Fuente: Elaboración Propia

PISO	ALTURA 1	LONG. PROM	ALTURA 2	ROTACION
15	37.80	23.00	5.00	90

Tabla 17. Datos 5to tramo de ciclo de colocación de concreto. Fuente: Elaboración Propia

- **Cálculo del Tiempo por ciclo – Partida Colocación de Concreto en Muros – 5to tramo**

$$T_{CICLO} = T_{CARGA} + T_{ESTROBADO} + T_{IZAJE} + T_{DESCARGA} + T_{RETORNO}$$

Asumiendo:

- $T_{CARGA} = 0.10 \text{ min}$ 17 seg.
- $T_{ESTROBADO} = 0.05 \text{ min}$ 8 seg.
- $T_{DESCARGA} = 5.00 \text{ min}$ 300 seg.

Tiempo de Izaje

$$T_{IZAJE} = (T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN}) + T_{MOV.HORIZONTAL} + T_{MOV.VERTICAL 2}$$

- $T_{MOV.VERTICAL} = 1.30 \text{ min}$ 33.00 m/min
- $T_{ROTACIÓN} = 0.20 \text{ min}$ 0.80 rpm
- $T_{MOV.HORIZONTAL} = 0.77 \text{ min}$ 30.00 m/min
- $T_{MOV.VERTICAL 2} = 0.15 \text{ min}$ 33.00 m/min

$$T_{IZAJE} = 2.22 \text{ min}$$

Tiempo de Retorno

$$T_{IZAJE} = T_{MOV.VERTICAL 2} + T_{MOV.HORIZONTAL} + (T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN})$$

- $T_{MOV.VERTICAL 2} = 0.08 \text{ min}$ 66.00 m/min
- $T_{MOV.HORIZONTAL} = 0.40 \text{ min}$ 58.00 m/min
- $T_{ROTACIÓN} = 0.20 \text{ min}$ 0.80 rpm
- $T_{MOV.VERTICAL 1} = 0.65 \text{ min}$ 66.00 m/min

$$T_{RETORNO} = 1.12 \text{ min}$$

Tiempo Total Por Ciclo – 5to tramo

$$T_{IZAJE} = T_{MOV.VERTICAL} \text{ o } T_{ROTACIÓN} + T_{MOV.HORIZONTAL} + T_{MOV.VERTICAL 2}$$

- **$T_{TOTAL} = 8.49 \text{ min}$**

3.4.1.2.SECUENCIAS DE PARTIDAS POR JORNADA

Luego de haber realizado el estudio de ciclos de la torre-grúa, seguimos con la definición de la secuencia de las partidas durante una jornada laboral, logrando determinar y separar partidas de la parte estructural de la siguiente manera.

- Secuencia 1: Trazo de muros, Colocación de Acero en Muros y Colocación de Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Eléctricas en Muros.
- Secuencia 2: Desencofrado de Muros, Encofrado de Muros y Colocación de Concreto en Muros.

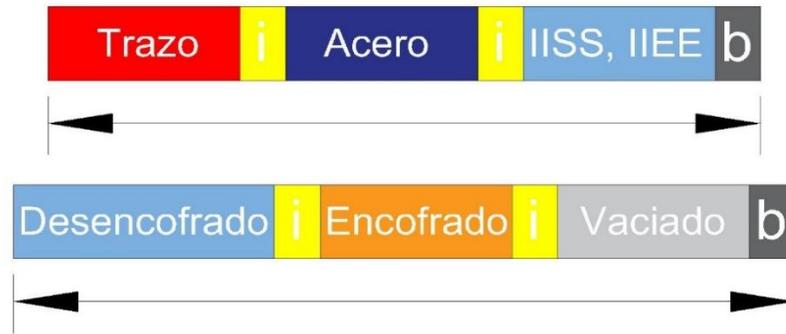


Ilustración 42. Ciclos de partidas por Jornada. Fuente: Elaboración Propia

Cada proceso necesita una inspección para luego seguir con el proceso siguiente. De esta manera se busca mejorar todos los procedimientos.

3.4.1.3. TRENES DE TRABAJO – SECTORIZACIÓN

La sectorización dentro de la planificación de obras es un proceso el cual subdivide los trabajos o partidas en partes más pequeñas y balanceadas, ya sea mano de obra como en materiales.

En los proyectos de edificaciones horizontales y verticales el uso de trenes de trabajo para obras repetitivas y no repetitivas, permite mucha precisión en el planeamiento, presupuesto y control de obras. Además de mejorar positivamente la curva de aprendizaje de los involucrados en el proyecto.

3.4.1.3.1. INFORMACIÓN PRELIMINAR PARA SECTORIZACIÓN

Para iniciar el proceso de sectorización necesitamos:

- Planillas de metrados.
- Procedimientos constructivos (cuadrillas, volumen de construcción diario)
- Análisis de Precios Unitarios
- Cotizaciones de los principales materiales a utilizar (encofrado metálico, concreto, acero).
- El estudio de ciclos de la torre-grúa de obra (izaje de materiales, capacidad del balde concretero, horarios de uso de torre-grúa).
- Capacidad en mano de obra de las subcontratas (comprobado)
- Consideraciones estructurales por parte del ingeniero estructuralista.
- Determinar el flujo de caja de la constructora.

Una vez obtenido dicha información se procede con procesos iterativos a calcular el mejor equilibrio de actividades concatenadas para terminar un ciclo (1 nivel).

3.4.1.3.2. METODOLOGÍA DE SECTORIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN

- **Determinar el ritmo de construcción.**

El ritmo de construcción definido por el área técnica y aprobado por la gerencia será un nivel por semana en la parte estructural del proyecto, para lograr este objetivo necesitamos especial cuidado en la partida de encofrado de muros, debido a que nos define el ritmo de avance de obra, es decir será nuestra partida de control debido a su incidencia.

- **Listar todas las actividades.**

Las partidas a estudiar a detalle en la parte estructural son colocación de acero, encofrado metálico, colocación de concreto con torre-grúa.

A continuación, presentamos los metrados referentes a los principales elementos estructurales del proyecto, estos metrados han sido realizados con los planos ya compatibilizados del proyecto.

Planilla Resumen de Metrado de Muros					
Nivel	Perímetro (ml)	Área (m2)	Encofrado (m2)	Concreto (m3)	Acero (kg)
1	835.80	66.77	2,005.92	160.24	25,596.45
2	834.50	66.64	2,002.80	159.94	20,265.46
3	836.30	68.05	2,007.12	163.33	18,399.92
4	834.52	67.26	2,002.85	161.44	18,399.92
5	836.12	67.38	2,006.69	161.72	18,399.92
6	840.32	68.53	2,016.77	164.48	18,399.92
7	839.00	67.99	2,013.60	163.18	18,399.92
8	815.91	65.89	1,958.17	158.15	16,235.03
9	813.62	60.96	1,952.69	146.30	16,235.03
10	815.59	55.44	1,957.41	133.06	16,235.03
11	820.34	57.23	1,968.81	137.34	16,235.03
12	823.11	57.98	1,975.46	139.16	14,751.64
13	832.41	53.83	1,997.79	129.20	14,751.64
14	816.71	53.21	1,960.10	127.70	14,751.64
15	585.39	38.48	1,404.95	92.35	14,751.64
16	68.65	6.20	164.76	14.88	1,205.30
17	65.90	6.03	158.16	14.46	1,531.32

Tabla 18. Planilla resumen de metrado de muros. Fuente: Elaboración Propia

Planilla Resumen de Metrado de Losas						
Nivel	h=0.12m	h=0.15m	h=0.20m	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
1	237.29	377.85	74.71	114.99	848.10	5,681.11
2	237.33	377.90	74.72	115.00	848.21	5,663.48
3	240.38	382.76	75.68	116.29	857.08	5,645.84
4	239.16	380.81	75.30	115.77	853.52	5,667.79
5	241.40	384.39	76.01	116.72	860.04	5,667.79
6	242.71	386.47	76.42	117.27	863.85	5,667.79
7	240.68	383.25	75.78	116.42	857.96	5,667.79
8	238.64	380.00	75.14	115.55	852.03	5,667.79
9	235.78	375.44	74.24	114.35	843.71	5,667.79
10	237.47	378.12	74.77	115.06	848.60	5,667.79
11	236.92	377.26	74.60	114.83	847.03	5,667.79
12	239.42	381.23	75.38	115.88	854.27	5,667.79
13	240.22	382.51	75.64	116.22	856.62	5,667.79
14	228.39	363.66	71.91	111.23	822.20	5,702.79
15	162.39	258.58	51.13	83.39	630.34	5,767.79
16	-	-	39.12	7.82	39.12	845.26
17	-	36.12	-	5.42	36.12	624.72

Tabla 19. Planilla resumen de metrado de losas. Fuente: Elaboración Propia

Resumen de Metrado de Vigas			
Nivel	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
1	22.34	237.38	1,305.29
2	22.34	237.38	1,305.29
3	22.34	237.38	1,305.29
4	22.34	237.38	1,305.29
5	22.34	237.38	1,305.29
6	22.34	237.38	1,305.29
7	22.34	237.38	1,305.29
8	22.34	237.38	1,305.29
9	22.34	237.38	1,305.29
10	22.34	237.38	1,305.29
11	22.34	237.38	1,305.29
12	22.34	237.38	1,305.29
13	22.34	237.38	1,305.29
14	22.34	237.38	1,305.29
15	22.34	237.38	1,305.29

Tabla 20. Planilla resumen de metrado de vigas. Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta el avance de un piso por semana y la restricción del uso de torre-grúa para colocación de concreto e izajes de materiales, es decir no está estimado pagar alquiler de bomba para la colocación de concreto. Todo el concreto estructural se va a colocar de manera directa con la torre-grúa.

El proyecto estructural es básicamente el mismo a lo largo del desarrollo del edificio, con unas ligeras variantes en fachadas para darle un cambio en su volumetría. Es por eso que tomaremos el primer piso para realizar la sectorización.

- **Desarrollar los trenes de trabajo a través de todas las actividades críticas.**
Los trenes de trabajo deben mantener la secuencia de trabajo ya definida líneas arriba.

Para una mejor visualización se utilizará la siguiente nomenclatura:

S=Sector

N=Nivel

Sector 1	S1
Sector 2	S2
Sector 3	S3
Sector 4	S4
Sector 5	S5
Sector 6	S6

Tabla 21. Trenes de trabajo propuestos. Fuente: Elaboración Propia

En un tren de actividades todas las partidas son críticas, es decir si alguna falla afecta a toda la cadena, es por eso importancia en el cumplimiento dentro de la planificación del proyecto

TREN DE ACTIVIDADES											
Actividades	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11
Acero en Muros	S1	S2	S3	S4	S5	S6					
Encofrado de Muros		S1	S2	S3	S4	S5	S6				
Vaciado de Muros		S1	S2	S3	S4	S5	S6				
Encofrado de Losas			S1	S2	S3	S4	S5	S6			
Encofrado de Vigas			S1	S2	S3	S4	S5	S6			
Acero en Losas				S1	S2	S3	S4	S5	S6		
Acero en Vigas					S1	S2	S3	S4	S5	S6	
Vaciado de Losas						S1	S2	S3	S4	S5	S6
Vaciado de Vigas						S1	S2	S3	S4	S5	S6

Tabla 22. Trenes de trabajo propuestos. Fuente: Elaboración Propia

Para ayudar con la asimilación del avance de obra planificado decidimos realizar unas ayudas gráficas para los contratistas y el personal de obra.

En el siguiente gráfico se puede detallar el avance de un nivel con la secuencia de días desde los muros hasta el último techo de ese nivel. Este gráfico se presenta en reunión semanal para el conocimiento de los involucrados.

Este será nuestro tren de avance iterativo estimado, y con el cual pretendemos llegar a la planificación meta del proyecto.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	METRADOS 1er NIVEL		
	ENCOFRADO (m2)	CONCRETO (m3)	ACERO (kg)
MUROS	2,005.92	160.24	25,596.45
VIGAS	39.56	14.89	1,305.29
LOSAS	716.23	114.99	903.59

Tabla 23. Planilla resumen de metrado de elementos estructurales del primer nivel. Fuente: Elaboración Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	METRADOS 1er NIVEL			METRADOS POR SECTOR (4 DÍAS)		
	ENCOFRADO (m2)	CONCRETO (m3)	ACERO (kg)	ENCOFRADO (m2)	CONCRETO (m3)	ACERO (kg)
MUROS	2,005.92	160.24	25,596.45	501.48	40.06	6,399.11
VIGAS	39.56	14.89	1,305.29	9.89	3.72	326.32
LOSAS	716.23	114.99	903.59	179.06	28.75	225.90

Tabla 24. Sectorización con un horizonte de 4 días. Fuente: Elaboración Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	METRADOS 1er NIVEL			METRADOS POR SECTOR (5 DÍAS)		
	ENCOFRADO (m2)	CONCRETO (m3)	ACERO (kg)	ENCOFRADO (m2)	CONCRETO (m3)	ACERO (kg)
MUROS	2,013.60	163.18	18,399.92	402.72	32.64	3,679.98
VIGAS	39.56	14.89	1,305.29	7.91	2.98	261.06
LOSAS	726.08	116.42	900.79	145.22	23.28	180.16

Tabla 25. Sectorización con un horizonte de 5 días. Fuente: Elaboración Propia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	METRADOS 1er NIVEL			METRADOS POR SECTOR (6 DÍAS)		
	ENCOFRADO (m2)	CONCRETO (m3)	ACERO (kg)	ENCOFRADO (m2)	CONCRETO (m3)	ACERO (kg)
MUROS	1,997.79	129.20	14,751.64	332.96	21.53	2,458.61
VIGAS	39.56	14.89	1,305.29	6.59	2.48	217.55
LOSAS	724.75	116.22	897.98	120.79	19.37	149.66

Tabla 26. Sectorización con un horizonte de 6 días. Fuente: Elaboración Propia

Por un tema de avance definiremos al día sábado como un día cualquiera, es decir se trabajará 8 horas y se reconocerá como horas extras a partir de la 1 de la tarde. Con esto logramos tener 6 días hábiles para ingresarlos a la planificación, aparte nos ayudara también con la continuidad del flujo del personal de los contratistas.

Para llegar a una mejor sectorización posible tenemos que revisar la hoja resumen de los tiempos por ciclo en la colocación de concreto con la torre-grúa, ahí observamos que en el ciclo de colocación de concreto entre los pisos 4 y 6 el tiempo es el más largo de los demás estudiados (5.22h), esto nos limita el uso de una sectorización de pocos días, es decir no podremos contar con sectorizaciones de 4 o 5 días, sólo con la sectorización de 6 días lograremos nuestro objetivo.

Ahora la sectorización de 6 días debe cristalizarse en planillas de metrados lo más balanceados posibles, con los elementos verticales no hay mucho problema estructural en definir el orden de avance, pero en los elementos horizontales si tenemos que tener un especial cuidado, pues no podemos hacer los cortes de las vigas y losas donde se nos acabe el concreto, necesitamos definir los cortes a los tercios de las luces y también debemos encontrar la mejor secuencia de avance de los techos para al final no entramparnos con el avance de muros del siguiente nivel.

Metrados x Sector x Elemento							
Encofrado (m2.)	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Total
Muros	340.08	340.39	340.74	335.98	340.80	307.92	2,005.92
Vigas	6.03	6.94	5.94	6.70	7.25	6.70	39.56
Losas	113.74	120.45	124.42	111.22	123.94	122.46	716.23
Concreto (m3.)	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Total
Muros	26.63	27.71	26.67	27.76	25.53	25.94	160.24
Vigas	2.90	4.61	3.33	3.80	3.91	3.79	22.34
Losas	17.85	20.09	19.16	17.90	19.97	20.00	114.99
Acero (kg.)	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Total
Muros	4,339.59	4,343.60	4,348.01	4,287.27	4,348.77	3,929.21	25,596.45
Vigas	187.61	244.62	195.44	221.43	235.09	221.11	1,305.29
Losas	903.59	953.81	991.99	879.11	980.88	971.73	5,681.11

Tabla 27. Medrado por sector y por elemento. Fuente: Elaboración Propia

Luego de sectorizar el primer nivel tenemos que determinar los rendimientos promedios para las partidas estructurales.

RENDIMIENTOS POR ELEMENTO			
ELEMENTOS	ENCOFRADO (m2)	CONCRETO (m3)	ACERO (kg)
MUROS	25.00	26.00	350.00
VIGAS	6.00	4.00	220.00
LOSAS	27.00	18.00	320.00

Tabla 28. Rendimientos de los elementos estructurales. Fuente: Elaboración Propia

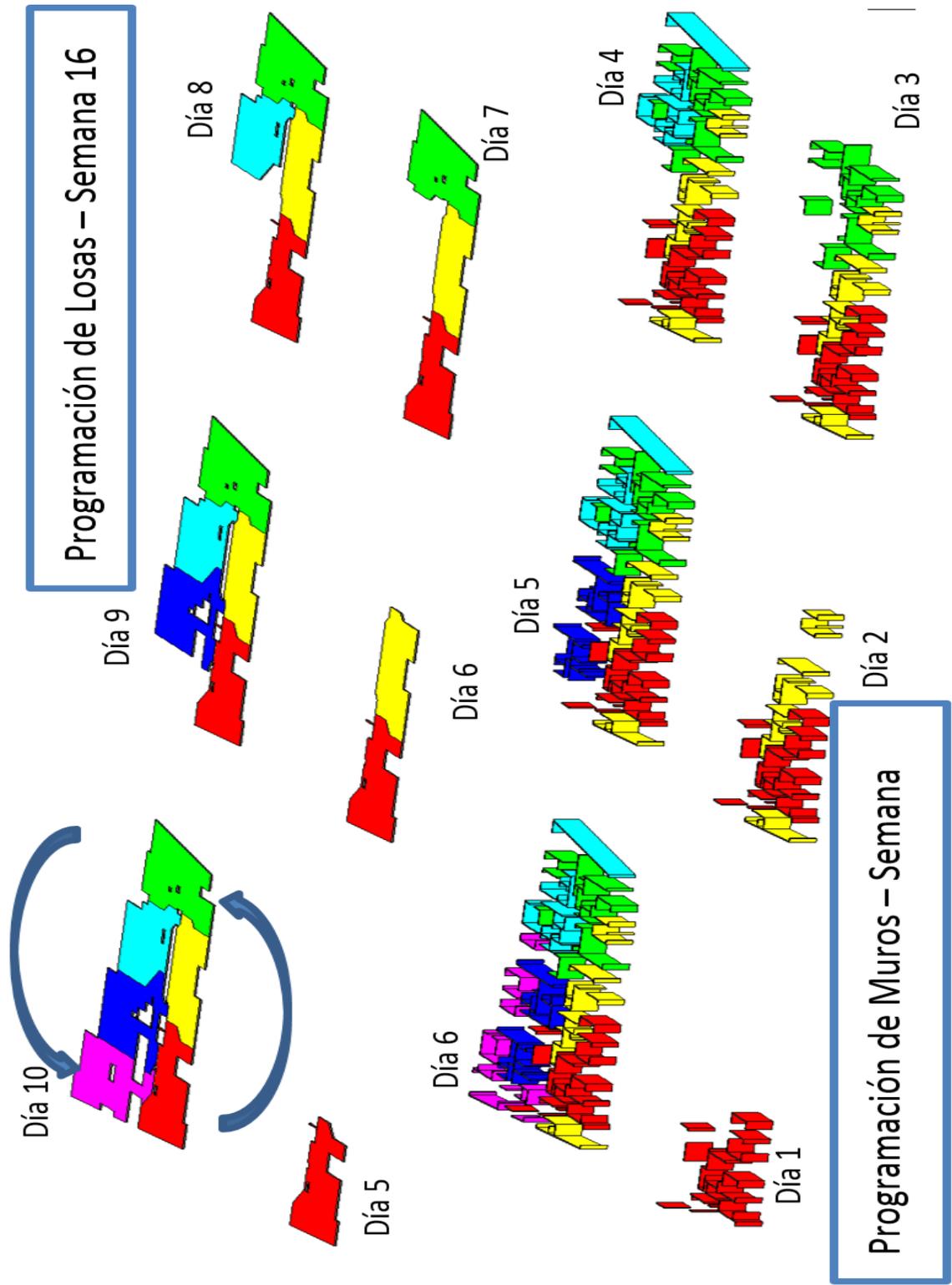


Ilustración 43. Programación de avance para un nivel. Fuente: Elaboración Propia

- **Dimensionamiento de las cuadrillas.**

Para tener un dimensionamiento óptimo de las cuadrillas tenemos que analizarlas con respecto al metrado real que van a ejecutar día a día.

Las partidas a analizar son las partidas de:

- a. Acero
- b. Encofrado
- c. Concreto

Cálculo de Trenes de Trabajo para 1 día							
Acero (kg.)							
Muros	Sector 1						
Metrado	3,339.59		Op	Of	Pe		
Redimiento	480.00		1	0	1		
Duración días	6.96		7	0	7		14
Cuadrilla	7.00						
Duración meta	0.99						
Encofrado (m2.)							
Muros	Sector 1						
Metrado	340.08		Op	Of	Pe		
Redimiento	25.00		1	0	1		
Duración días	13.60		14	0	14		28
Cuadrilla	14.00						
Duración meta	0.97						
Concreto (m3.)							
Muros	Sector 1						
Metrado	26.63						
Redimiento	26.00		Op	Of	Pe		
Duración días	1.02		3	0	4		
Cuadrilla	1.00		3	0	4		7
Duración meta	1.02						

Tabla 29. Cálculos de trenes de trabajo por día (1). Fuente: Elaboración Propia

Acero (kg.)						
Vigas	Sector 1					
Metrado	187.61					
Redimiento	210.00	Op	Of	Pe		
Duración días	0.89	1	0	0		
Cuadrilla	1.00	1	0	0		1
Duración meta	0.89					
Acero (kg.)						
Losas	Sector 1					
Metrado	904					
Redimiento	220	Op	Of	Pe		
Duración días	4.11	1		0		
Cuadrilla	4	4		0		4
Duración meta	1.03					
Encofrado (m2.)						
Losas	Sector 1					
Metrado	114	Op	Of	Pe		
Redimiento	25	1	0	1		
Duración días	4.55	5	0	5		10
Cuadrilla	5					
Duración meta	0.91					
Concreto (m3.)						
Losas	Sector 1					
Metrado	18	Op	Of	Pe		
Redimiento	18	3	0	4		
Duración días	0.99	3	0	4		7
Cuadrilla	1					
Duración meta	0.88					

Tabla 30. Cálculos de trenes de trabajo por día (2). Fuente: Elaboración Propia

- **Diseñar las cuadrillas óptimas.**

Ahora con los rendimientos promedios comenzamos a armar las cuadrillas óptimas para la ejecución de las partidas estructurales, este proceso también es iterativo y busca el mejor balance de las cuadrillas.

Ajustar el número de cuadrillas óptimas para generar el mismo ritmo de producción para cada cuadrilla que trabaja en la misma área.

Elemento	Partida	Unidad	Metrado	Rend.	Duración Días	Duración Meta	Cuadrilla
Muros	Encofrado	m2	340.08	25.00	13.60	1.05	13
	Vaciado	m3	26.63	26.00	1.02	1.02	1
	Acero	kg	3,339.59	480.00	6.96	0.99	7
Losas	Encofrado	m2	133.85	27.00	4.96	0.99	5
	Vaciado	m3	17.85	18.00	0.99	0.99	1
	Acero	kg	903.59	320.00	2.82	0.94	3
Vigas	Acero	kg	187.61	220.00	0.85	0.85	1
Muros	Encofrado	m2	340.39	25.00	13.62	1.05	13
	Vaciado	m3	26.63	26.00	1.02	1.02	1
	Acero	kg	3,343.60	480.00	6.97	1.00	7
Losas	Encofrado	m2	143.58	27.00	5.32	1.06	5
	Vaciado	m3	20.09	18.00	1.12	1.12	1
	Acero	kg	953.81	320.00	2.98	0.99	3
Vigas	Acero	kg	244.62	220.00	1.11	1.11	1
Muros	Encofrado	m2	340.74	25.00	13.63	1.05	13
	Vaciado	m3	26.67	26.00	1.03	1.03	1
	Acero	kg	3,348.01	480.00	6.98	1.00	7
Losas	Encofrado	m2	144.23	27.00	5.34	1.07	5
	Vaciado	m3	19.16	18.00	1.06	1.06	1
	Acero	kg	991.99	320.00	3.10	1.03	3
Vigas	Acero	kg	195.44	220.00	0.89	0.89	1
Muros	Encofrado	m2	335.98	25.00	13.44	1.03	13
	Vaciado	m3	27.76	26.00	1.07	1.07	1
	Acero	kg	3,287.27	480.00	6.85	0.98	7
Losas	Encofrado	m2	133.54	27.00	4.95	0.99	5
	Vaciado	m3	17.90	18.00	0.99	0.99	1
	Acero	kg	879.11	320.00	2.75	0.92	3
Vigas	Acero	kg	221.43	220.00	1.01	1.01	1
Muros	Encofrado	m2	340.80	25.00	13.63	1.05	13
	Vaciado	m3	25.53	26.00	0.98	0.98	1
	Acero	kg	3,348.77	480.00	6.98	1.00	7
Losas	Encofrado	m2	148.12	27.00	5.49	1.10	5
	Vaciado	m3	19.97	18.00	1.11	1.11	1
	Acero	kg	980.88	320.00	3.07	1.02	3
Vigas	Acero	kg	235.09	220.00	1.07	1.07	1
Muros	Encofrado	m2	307.92	25.00	12.32	0.95	13
	Vaciado	m3	25.94	26.00	1.00	1.00	1
	Acero	kg	3,929.21	480.00	8.19	1.17	7
Losas	Encofrado	m2	144.78	27.00	5.36	1.07	5
	Vaciado	m3	20.00	18.00	1.11	1.11	1
	Acero	kg	971.73	320.00	3.04	1.01	3
Vigas	Acero	kg	221.11	220.00	1.01	1.01	1

Tabla 31. Planilla de cuadrillas para el primer nivel. Fuente: Elaboración Propia

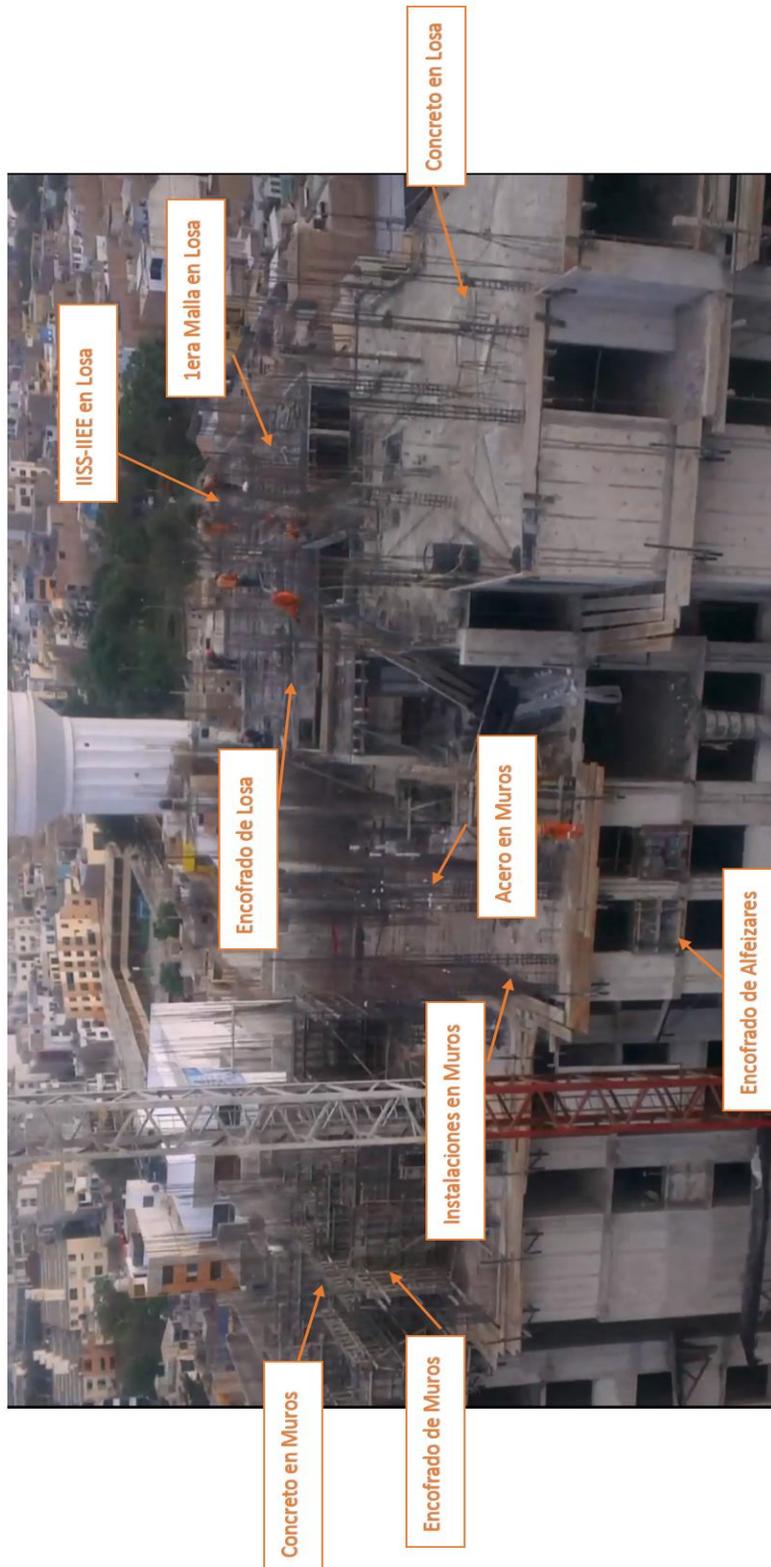


Ilustración 44. Trabajos diarios. Fuente: Elaboración Propia

3.4.2. METODOLOGÍA DE LA IMPLEMENTACIÓN

Para iniciar íntegramente con la implementación se tiene que haber realizado el trabajo de gabinete, es decir, los cálculos de capacidad de trabajo en el proyecto, estudios de ciclo de torre-grúa, cuadrillas óptimas, secuencias de partidas y sectorización procedemos a detallar los elementos implementados del Last Planner System®.

3.4.2.1. PULL PLANNING O PULL SESSION

La reunión de pull planning en la obra nos sirve para armar el Plan Maestro, en dicho plan determinamos con la gerencia, contratistas, supervisión y residencia los hitos del proyecto, esta planificación “inversa” determinada por hitos o fases tiene en promedio una duración de dos horas, dentro de las cuales presentamos las actividades cruciales dentro de la obra.

Las partidas que elegimos para armar el Plan Maestro son las siguientes:

- ESTRUCTURAS
 - a. Obras Preliminares
 - b. Calzaduras
 - c. Movimiento de Tierras
 - d. Cisterna
 - e. Torre-Grúa
 - f. Platea de Cimentación
 - g. Casco Estructural

- ARQUITECTURA
 - a. Albañilería
 - b. Enchapes
 - c. Pintura
 - d. Carpintería de Madera
 - e. Carpintería Metálica
 - f. Vidrios
 - g. Drywall
 - h. Melamine

- INSTALACIONES SANITARIAS
 - a. Agua Contra Incendios
 - b. Aparatos Sanitarios

- INSTALACIONES ELÉCTRICAS
 - a. Cableado, Placas, Tableros y Llaves Termo magnéticas
 - b. Megado de Tableros

La deficiencia o lo malo de la reunión es que solo contamos con los contratistas de la parte estructural debido a que todavía la empresa no ha definido los contratistas de la parte de acabados.

Con los contratistas de la parte estructural se procede con la ayuda de post-its a definir la planificación de obra.

En esta forma de planificación se observan mejor las actividades pre-requisito de cada partida, sus restricciones y se anticipan detalles constructivos.

Dentro de la reunión buscamos cual sería nuestra principal restricción en la parte estructural, llegando a la conclusión de que la partida cuello de botella del proyecto es la partida de Colocación de Concreto en Muros, debido a que su colocación está basada netamente en el uso de la torre-grúa, y por ende tiene un ritmo ya definido, lo único que podemos hacer para tratar de mejorar su producción es tener un buen control de calidad del concreto a pie de obra, es decir hacer el ensayo de Cono de Abrams para determinar si el concreto del proveedor está cumpliendo los requerimientos solicitados sobre la trabajabilidad del concreto, y que para nuestro caso el slump es de 6" a 8" en muros, la cuadrilla también ocupa un factor importante en esta partida en especial, todos tienen labores específicas mientras el balde concretero se encuentra haciendo su recorrido. A diferencia de la Partida Colocación de Concreto en Losas, el muro tiene muchas más dificultades, como el armado de andamios, líneas de seguridad, colocación de chutes, vibración, enrasado de altura de vaciado y limpieza de excedentes en encofrado metálico y piso.

3.4.2.2. PLAN MAESTRO

En el plan maestro elaborado sólo con los contratistas de la parte estructural, se pudo proyectar que el fin de la parte estructural será en la tercera semana del mes de febrero del 2015, para esto tendríamos que construir en seis días hábiles un nivel, y la platea de cimentación en un poco más de un mes y medio.

ACTIVIDADES	INICIO	FIN	ELABORADO:																																					
			JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO																														
			SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	SEMANA 05	SEMANA 06	SEMANA 07	SEMANA 08	SEMANA 09	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24	SEMANA 25	SEMANA 26	SEMANA 27	SEMANA 28	SEMANA 29	SEMANA 30	SEMANA 31	SEMANA 32	SEMANA 33	SEMANA 34	SEMANA 35			
ESTRUCTURAS																																								
OBRAS PROVISIONALES	30/06/2014	27/07/2014																																						
CALZADURAS	21/07/2014	10/08/2014																																						
MOVIMIENTO DE TIERRAS	21/07/2014	31/08/2014																																						
CISTERNA	25/08/2014	11/09/2014																																						
TORRE-GRÚA	14/08/2014	24/08/2014																																						
PLATEA DE CIMENTACIÓN	30/08/2014	10/10/2014																																						
CASCO ESTRUCTURAL	13/10/2014	21/02/2015																																						



NOMBRE DEL PROYECTO: RESIDENCIAL EL ROBLE
 EMPRESA: CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F
 UBICACIÓN: AV. AMÉRICA OESTE N° 382 URB. LOS CEDROS
 ELABORADO: YOSIP TORRES MANOTUPA

Tabla 32. Plan Maestro de la parte estructural. Fuente: Elaboración Propia

Para la parte de acabados el área técnica del proyecto ha tenido que asumir la planificación pull debido a que estas contratas no estaban definidas por el cliente.

3.4.2.3. 4 WEEK LOOKAHEAD PLAN

Utilizando los trenes de trabajo iniciamos la implementación del lookahead planning de producción, el punto de partida será la actividad encofrado de muros del primer nivel, el cual está previsto para el día 10 de octubre del 2014. Esta fecha para el proyecto es la semana 16, es decir a partir de la semana 16 se estaría implementando en gran medida los elementos del Last Planner System®.

El horizonte del lookahead planning a utilizar en obra será de 4 semanas, este lookahead se complementa con el lookahead de materiales, con ello confiamos en no tener problemas de inventario, falta de cancha, proveedores, etc.

Nuestro documento lookahead de producción usa códigos y colores para su fácil identificación de localización y fechas de los trabajos para las siguientes 4 semanas.

LOOKAHEAD DE MATERIALES POR MATERIALES (4 SEMANAS)							
TIPO DE MATERIAL	MATERIAL	und.	METRADO	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19
				13/10/2014	20/10/2014	27/10/2014	03/11/2014
				al	al	al	al
				19/10/2014	26/10/2014	02/11/2014	09/11/2014
Aceros	Varilla 6 mm.	var.	1,703.00	427.00	426.00	424.00	426.00
	Varilla 8 mm.	var.	2,994.00	833.00	742.00	709.00	710.00
	Varilla 3/8"	var.	6,615.00	1,948.00	1,630.00	1,518.00	1,519.00
	Varilla 12mm.	var.	645.00	186.00	159.00	150.00	150.00
	Varilla 1/2"	var.	3,231.00	946.00	796.00	744.00	745.00
	Varilla 5/8"	var.	1,302.00	396.00	320.00	293.00	293.00
	Varilla 3/4"	var.	453.00	138.00	111.00	102.00	102.00
	Varilla 1"	var.	117.00	36.00	29.00	26.00	26.00
	Alambre # 16	kg.	1,129.27	331.76	278.35	259.47	259.69
	Alambre # 08	kg.	2,258.54	663.53	556.71	518.94	519.37
	Clavo 1" c/c	kg.	18.75	5.41	4.63	4.36	4.36
	Clavo 1.5" c/c	kg.	7.50	2.16	1.85	1.74	1.74
	Clavo 2" c/c	kg.	26.26	7.57	6.48	6.10	6.10
	Clavo 2.5" c/c	kg.	22.50	6.49	5.56	5.23	5.23
	Clavo 3" c/c	kg.	18.75	5.41	4.63	4.36	4.36
	Clavo 4" c/c	kg.	30.01	8.65	7.41	6.97	6.98
	Clavo 3" acero	caja	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Clavo 4" acero	caja	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Hojas de sierra	und.	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
Aditivos	Euco 452 MV (epóxico de concreto 4 kg.)	kg.	80.00	20.00	20.00	20.00	20.00
	Sika Separol WW 320 (desmoldante 200 l.)	cil.	464.27	115.54	115.56	116.84	116.33
	Kurez Seal (curador 230 kg.)	cil.	2.23	0.56	0.56	0.56	0.56
	Fiber Mesh (fibra 600 gr.)	bls.	462.04	114.99	115.00	116.29	115.77
	Separador Plástico R-6	und.	1,074.92	267.07	266.57	272.21	269.06
	Separador Plástico R-8	und.	268.73	66.77	66.64	68.05	67.26
	Separador Plástico R-10	und.	268.73	66.77	66.64	68.05	67.26
	Separador de concreto de 2.0 cm.	und.	369.63	91.99	92.00	93.03	92.62
	Separador de concreto de 2.5 cm.	und.	924.09	229.97	230.00	232.57	231.54
	Botones plasticos 12 mm.	und.	537.46	133.54	133.29	136.11	134.53
Conos plásticos	und.	1,074.92	267.07	266.57	272.21	269.06	
Aglutinantes	Cemento MS x 42.5 kg.	bls.	40.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	Cemento ICO x 42.5 kg.	bls.	80.00	20.00	20.00	20.00	20.00
	Yeso Fino x 10 kg.	bls.	20.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Áridos	Arena Gruesa	m3.	10.00	10.00	-	-	-
	Arena Fina	m3.	8.00	-	-	-	8.00
	Gravilla 1/2"	m3.	8.00	8.00	-	-	-
	Hormigón	m3.	10.00	10.00	-	-	-
Concreto Premezclado	Cº f'c=210 S=6"-8" Tipo I	m3.	644.95	160.24	159.94	163.33	161.44
	Cº f'c=175 S=3"-4" Tipo I	m3.	462.04	114.99	115.00	116.29	115.77
Encofrados	Panel Fenolico 15mm.	pln.	37.04	9.26	9.26	9.26	9.26
	Panel Fenolico 18mm.	pln.	18.52	4.63	4.63	4.63	4.63
	Tecnopor 1"	pln.	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	Tecnopor 2"	pln.	12.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	Rodillos	und.	12.00	3.00	3.00	3.00	3.00

Tabla 35. Lookahead de Materiales (1). Fuente: Elaboración Propia

LOOKAHEAD DE MATERIALES POR MATERIALES (4 SEMANAS)							
TIPO DE MATERIAL	MATERIAL	und.	METRADO	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19
				13/10/2014	20/10/2014	27/10/2014	03/11/2014
				al	al	al	al
				19/10/2014	26/10/2014	02/11/2014	09/11/2014
Materiales Eléctricos	Tubos PVC SAP 2" x 3mts	und.	90.00	22.50	22.50	22.50	22.50
	Tubos PVC SAP 1" x 3mts	und.	150.00	37.50	37.50	37.50	37.50
	Tubos PVC SAP 1/2" x 3mts	und.	600.00	150.00	150.00	150.00	150.00
	Curvas PVC SAP 2"	pza.	16.00	16.00	-	-	-
	Curvas PVC SAP 1"	pza.	60.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	Curvas PVC SAP 1/2"	pza.	660.00	165.00	165.00	165.00	165.00
	Conectores PVC SAP 1/2"	pza.	900.00	225.00	225.00	225.00	225.00
	Uniones PVC SAP 1/2"	pza.	600.00	150.00	150.00	150.00	150.00
	Cajas Octogonales	pza.	240.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Cajas Rectangulares	pza.	360.00	90.00	90.00	90.00	90.00	
Materiales Sanitarios	Tubo PVC 1/2" (5.00 m.)	und.	560.00	140.00	140.00	140.00	140.00
	Tubo PVC 3/4" (5.00 m.)	und.	84.00	21.00	21.00	21.00	21.00
	Tubo PVC 1" (5.00 m.)	und.	12.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	Tubo PVC 2" (5.00 m.)	und.	16.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	Reducción PVC 1" a 1/2" S/P	pza.	56.00	14.00	14.00	14.00	14.00
	Reducción PVC 1" a 3/4" S/P	pza.	56.00	14.00	14.00	14.00	14.00
	Reducción PVC 3/4" a 1/2" S/P	pza.	84.00	21.00	21.00	21.00	21.00
	Tee PVC Presión Inyectado 1/2" S/P	pza.	168.00	42.00	42.00	42.00	42.00
	Tee PVC Presión Inyectado 3/4" S/P	pza.	56.00	14.00	14.00	14.00	14.00
	Tee PVC Presión Inyectado 1" S/P	pza.	34.00	7.00	8.00	9.00	10.00
	Codo PVC Presión Inyectado 1/2" x 90° S/P	pza.	420.00	105.00	105.00	105.00	105.00
	Codo PVC Presión Inyectado 3/4" x 90° S/P	pza.	112.00	28.00	28.00	28.00	28.00
	Codo PVC Presión Inyectado 1" x 90° S/P	pza.	28.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	Codo PVC Presión Inyectado 1 1/2" x 90° S/P	pza.	28.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	Codo PVC Presión Inyectado 2" x 90° S/P	pza.	12.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	Adaptadores Unión Presión Rosca PVC Inye	pza.	140.00	35.00	35.00	35.00	35.00
	Tapón Hembra PVC 1/2" S/P	pza.	140.00	35.00	35.00	35.00	35.00
	Tapón Hembra PVC 1" S/P	pza.	34.00	7.00	8.00	9.00	10.00
	Codo Galvanizado 1/2" x 90°	pza.	128.00	32.00	32.00	32.00	32.00
	Tubo PVC 2" SAL (5.00 m.)	und.	168.00	42.00	42.00	42.00	42.00
	Tubo PVC 3" SAL (5.00 m.)	und.	84.00	21.00	21.00	21.00	21.00
	Tubo PVC 4" SAL (5.00 m.)	und.	112.00	28.00	28.00	28.00	28.00
	Codo PVC DSG. Inyectado 4" x 90°	pza.	56.00	14.00	14.00	14.00	14.00
	Codo PVC DSG. Inyectado 4" x 45°	pza.	28.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	Codo PVC DSG. Inyectado 3" x 90°	pza.	28.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	Codo PVC DSG. Inyectado 3" x 45°	pza.	28.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	Codo PVC DSG. Inyectado 2" x 90°	pza.	1,024.00	256.00	256.00	256.00	256.00
	Codo PVC DSG. Inyectado 2" x 45°	pza.	60.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	Codo PVC DSG. Inyectado 4" x 2"	pza.	56.00	14.00	14.00	14.00	14.00
	Tee PVC DSG. Inyectado 4" x 4"	pza.	84.00	21.00	21.00	21.00	21.00
	Tee PVC DSG. Inyectado 3" x 3"	pza.	34.00	7.00	8.00	9.00	10.00
	Tee PVC DSG. Inyectado 2" x 2"	pza.	84.00	21.00	21.00	21.00	21.00
	Tee sanitaria PVC DSG. Inyectado 4" x 4"	pza.	34.00	7.00	8.00	9.00	10.00
	Yee PVC DSG. Inyectado 4" x 4"	pza.	112.00	28.00	28.00	28.00	28.00
	Yee PVC DSG. Inyectado 3" x 3"	pza.	28.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	Yee PVC DSG. Inyectado 2" x 2"	pza.	56.00	14.00	14.00	14.00	14.00
	Yee PVC DSG. Inyectado 4" x 2"	pza.	56.00	14.00	14.00	14.00	14.00
	Reducción PVC DSG. inyectado 4" x 3"	pza.	84.00	21.00	21.00	21.00	21.00
	Reducción PVC DSG. inyectado 3" x 2"	pza.	62.00	14.00	15.00	16.00	17.00
	Pegamento Oatey PVC (946 ml.)	lata	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00

Tabla 36. Lookahead de Materiales (2). Fuente: Elaboración Propia

El lookahead de materiales tiene un nivel de detalle mayor, debido a que, por ejemplo, en varias partidas se pueden requerir el mismo insumo, y nosotros si no tenemos bien claro el avance global de obra estaríamos asumiendo un stock de materiales erróneo, por esto que el lookahead de materiales se basa en el lookahead de producción. Con esto se prevé el correo avance de obra con los materiales idóneos y oportunos a utilizar dentro de obra.

En el lookahead de materiales detallamos y emparejamos los insumos de características similares, esto para facilitar la gestión de compra de los materiales.

El lookahead de materiales además nos prevé el flujo de caja en compras, es decir cuánto nos va a costar la obra en las siguientes cuatro semanas en lo que respecta a materiales.

3.4.2.4.PLANILLA DE RESTRICCIONES

Para la elaboración de este formato necesitamos definir los responsables del proyecto, es decir, a la parte técnica, contable y logística de la empresa, contratistas y supervisión.

Responsables	Cargo	e-mail
Paul León Escobar	Ing. Residente	pleon@invercedrosac.com
Eduardo Torres Manotupa	Ing. Calidad	ytorres@invercedrosac.com
Baker Sánchez Villacorta	Ing. Campo	bsanchez@invercedrosac.com
Tony Vásquez	Prevencionista	tvasquez@invercedrosac.com
José Becerra Ayala	Topógrafo	geotop_jba@gmail.com
Lesther Vicente Asmat	Jefe de Almacén	lvicente@invercedrosac.com
Jorge VillanuevaVerano	Jefe de Logística	jvillanueva@invercedrosac.com
Patricia Díaz Guerra	Administradora	pdiaz@invercedrosac.com
Juancarlos Bouroncle Luna	Gerente General	jbouoncle@invercedrosac.com
Carlos Cabrejos	Supervisor	proyectoconsulting@yahoo.es

Tabla 37. Responsables de Obra. Fuente: Elaboración Propia

Lo importante de nuestra planilla es definir bien a los responsables de cada una de las restricciones

Nuestra planilla de restricciones se implementó en la semana 15 de la obra,

		NOMBRE DEL PROYECTO: RESIDENCIAL EL ROBLE							
		EMPRESA: CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F							
		UBICACIÓN: AV. AMÉRICA OESTE N° 382 URB. LOS CEDROS							
		ELABORADO: YOSIP TORRES MANOTUPA							
ID RESTRICCIÓN	ACTIVIDAD EN RIESGO	NOMBRE DE PARTIDA	FECHA IDENTIFICACIÓN	RESTRICCIÓN	TIPO DE RESTRICCIÓN	SOLICITA	RESPONSABLE	FECHA REQUERIDA	RESTRICCIÓN LIBERADA?
48.0	5.3	COLUMAS Y PLACAS, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	04/10/2014	Trazo de muro en platea de cimentación	TRABAJO PREVIOS (PREREQUISITO)	Paul León Escobar	José Becerra Ayala	10-oct	
				Pedido de acero para muros	PROVEEDOR	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Stock de acero para muro del primer nivel	MATERIALES	Paul León Escobar	Lesther Vicente Asmat	10-oct	
49.0	1.1	SALIDAS DE AGUA FRÍA 1/2"	04/10/2014	Pedido de material sanitario	PROVEEDOR	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Stock de tubería y accesorios	MATERIALES	Paul León Escobar	Lesther Vicente Asmat	10-oct	
				Colocación de acero en muros	TRABAJO PREVIOS (PREREQUISITO)	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
50.0	4.1	PUNTOS DE DESAGÜE	04/10/2014	Stock de tubería y accesorios	MATERIALES	Paul León Escobar	Lesther Vicente Asmat	10-oct	
				Colocación de acero en muros	TRABAJO PREVIOS (PREREQUISITO)	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
51.0	5.2	SALIDA PARA COMUNICACIONES Y SEÑALES	04/10/2014	Pedido de material eléctrico	PROVEEDOR	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Stock de tuberías, accesorios y cajas	MATERIALES	Paul León Escobar	Lesther Vicente Asmat	10-oct	
				Colocación de acero en muros	TRABAJO PREVIOS (PREREQUISITO)	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
52.0	5.2	COLUMAS Y PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	04/10/2014	Pedido de encofrado metálico	PROVEEDOR	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Stock de encofrado metálico para muros	MATERIALES	Paul León Escobar	Lesther Vicente Asmat	10-oct	
				Pedido de aditivos (desmoldante, curador, fibra)	PROVEEDOR	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Stock de desmoldante y curador	MATERIALES	Paul León Escobar	Lesther Vicente Asmat	10-oct	
				Habilitación de acero en muros del primer nivel	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
				Colocación de acero en muros + separadores	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
				Habilitación de instalaciones sanitarias en muro	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
				Habilitación de instalaciones eléctricas en muro	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
Protocolo de acero y instalaciones	SUPERVISIÓN	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct					
53.0	5.1	COLUMAS Y PLACAS, CONCRETO Fc=210kg/cm2	04/10/2014	Medido y pedido de concreto	ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTOS	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Instalación de andamio y línea de vida	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Tony Vásquez	10-oct	
				Protocolo de encofrado	SUPERVISIÓN	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Combustible para vibradoras	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
54.0	6.2	VIGAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	04/10/2014	Pedido de madera (cuartones y barrotes)	PROVEEDOR	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Pedido de encofrado de techo (puntales metálicos)	PROVEEDOR	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Stock de madera, barrotes y puntales metálicos	MATERIALES	Paul León Escobar	Lesther Vicente Asmat	10-oct	
				Trazo y niveles de vigas	TRABAJO PREVIOS (PREREQUISITO)	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
55.0	6.3	VIGAS, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	04/10/2014	Llegada de acero para losa del primer nivel	MATERIALES	Paul León Escobar	Jorge Villanueva/Verano	10-oct	
				Habilitación de acero para vigas del primer nivel	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
				Colocación de acero en vigas + separadores	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
56.0	7.2	LOSA MACIZA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	04/10/2014	Pedido de paneles fenólicos	PROVEEDOR	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Stock de panel fenólico para techo caravista	MATERIALES	Paul León Escobar	Lesther Vicente Asmat	10-oct	
				Trazo y niveles de losa	TRABAJO PREVIOS (PREREQUISITO)	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
57.0	7.3	LOSA MACIZA, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	04/10/2014	Habilitación de acero para losa maciza de primer nivel	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
				Colocación de acero + separadores	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
				Habilitación de instalaciones sanitarias en losa maciza	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
				Habilitación de instalaciones eléctricas en losa maciza	SUBCONTRATISTA	Paul León Escobar	Baker Sánchez Villacorta	10-oct	
58.0	7.1	LOSA MACIZA, CONCRETO Fc=210kg/cm2	04/10/2014	Medido y pedido de concreto	ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTOS	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	
				Instalación de línea de vida perimetral	TRABAJO PREVIOS (PREREQUISITO)	Paul León Escobar	Tony Vásquez	10-oct	
				Protocolo pre-vaciado	SUPERVISIÓN	Paul León Escobar	Eduardo Torres Manotupa	10-oct	

Tabla 38. Planilla de Restricciones. Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.5. PLAN DE TRABAJO SEMANAL (PTS)

En el Plan de Trabajo Semanal o Inventario de Trabajo Ejecutable detallamos las partidas planificadas durante la semana siguiente. Estas actividades deben haber sido liberadas en gran medida de sus restricciones.

Nuestro Plan de Trabajo Semanal tiene dos variantes una gráfica o la otra métrica, en el formato PTS métrico detallamos el contratista ejecutar la partida y su metrado, esto nos ayuda en la elaboración de las valorizaciones semanales de obra, además de definir los avances diarios meta.

En el formato de PTS métrico se está dejando unas celdas para hacer el seguimiento del PPC los fines de semana, además de dos celdas que nos ayudan a ubicar el estado de la partida, es decir, se define los días de adelanto o atraso.

El Plan de Trabajo Semanal también inicia con el arranque de los muros del primer nivel del proyecto

CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F															
NOMBRE DEL PROYECTO:		RESIDENCIAL EL ROBLE			TOTAL ACTIVIDADES PROGRAMADAS							0			
EMPRESA:		CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F			ACTIVIDADES COMPLETADAS							0			
UBICACIÓN:		AV. AMÉRICA OESTE N° 382 URB. LOS CEDROS			SEMANA 16							PPC	#DIV/0!		
ELABORADO:		YOSIP TORRES MANOTUPA			30/06/2014		al		06/07/2014						
CONTRATISTA	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	RETR.	ADEL.	LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO	Dif	Proy	Com
ESTRUCTURAS															
CONSTRUCTORES VYS	ACERO VERTICAL	kg.	25,596.45			S2P1	S3P1	S4P1	S5P1	S6P1	S1P2				
						4,339.59	4,343.60	4,348.01	4,287.27	4,348.77	3,929.21				
MARCEL	IISS	pto.	621.00			S2P1	S3P1	S4P1	S5P1	S6P1	S1P2				
						102.00	105.00	100.00	110.00	102.00	102.00				
CACHAY	IIIE	pto.	525.00			S2P1	S3P1	S4P1	S5P1	S6P1	S1P2				
						86.00	87.00	91.00	86.00	90.00	85.00				
INVERSIONES HLA	ENCOFRADO VERTICAL	m2.	2,005.92			S1P1	S2P1	S3P1	S4P1	S5P1	S6P1				
						340.08	340.39	340.74	335.98	340.80	307.92				
INVERCEDRO SAC	CONCRETO VERTICAL	m3.	160.24			S1P1	S2P1	S3P1	S4P1	S5P1	S6P1				
						26.63	27.71	26.67	27.76	25.53	25.94				
INVERSIONES HLA	ENCOFRADO DE VIGA	m2.	32.87			S1P1	S2P1	S3P1	S4P1	S5P1					
						6.03	6.94	5.94	6.70	7.25					
CONSTRUCTORES VYS	ACERO DE VIGA	kg.	1,084.18			S1P1	S2P1	S3P1	S4P1	S5P1					
						187.61	244.62	195.44	221.43	235.09					
INVERSIONES HLA	ENCOFRADO LOSA	m2.	469.82			S1P1	S2P1	S3P1	S4P1						
							113.74	120.45	124.42	111.22					
CONSTRUCTORES VYS	ACERO LOSA	kg.	2,849.39			S1P1	S2P1	S3P1							
							903.59	953.81	991.99						
MARCEL	IISS	pto.	232.00			S1P1	S2P1								
									112.00	120.00					
CACHAY	IIIE	pto.	95.00			S1P1	S2P1								
									45.00	50.00					
INVERCEDRO SAC	CONCRETO HORIZONTAL	m3.	229,9853944			S1P1	S2P1								
									114.99	115.00					

Tabla 39. Plan de Trabajo Semanal Materiales - Acero. Fuente: Elaboración Propia

Acompañado del formato numérico del PTS brindamos el PTS gráfico. Este PTS ayuda en gran medida en asimilar mejor el avance planificado que tenemos que cumplir. Este formato se entrega a los responsables de las contratistas

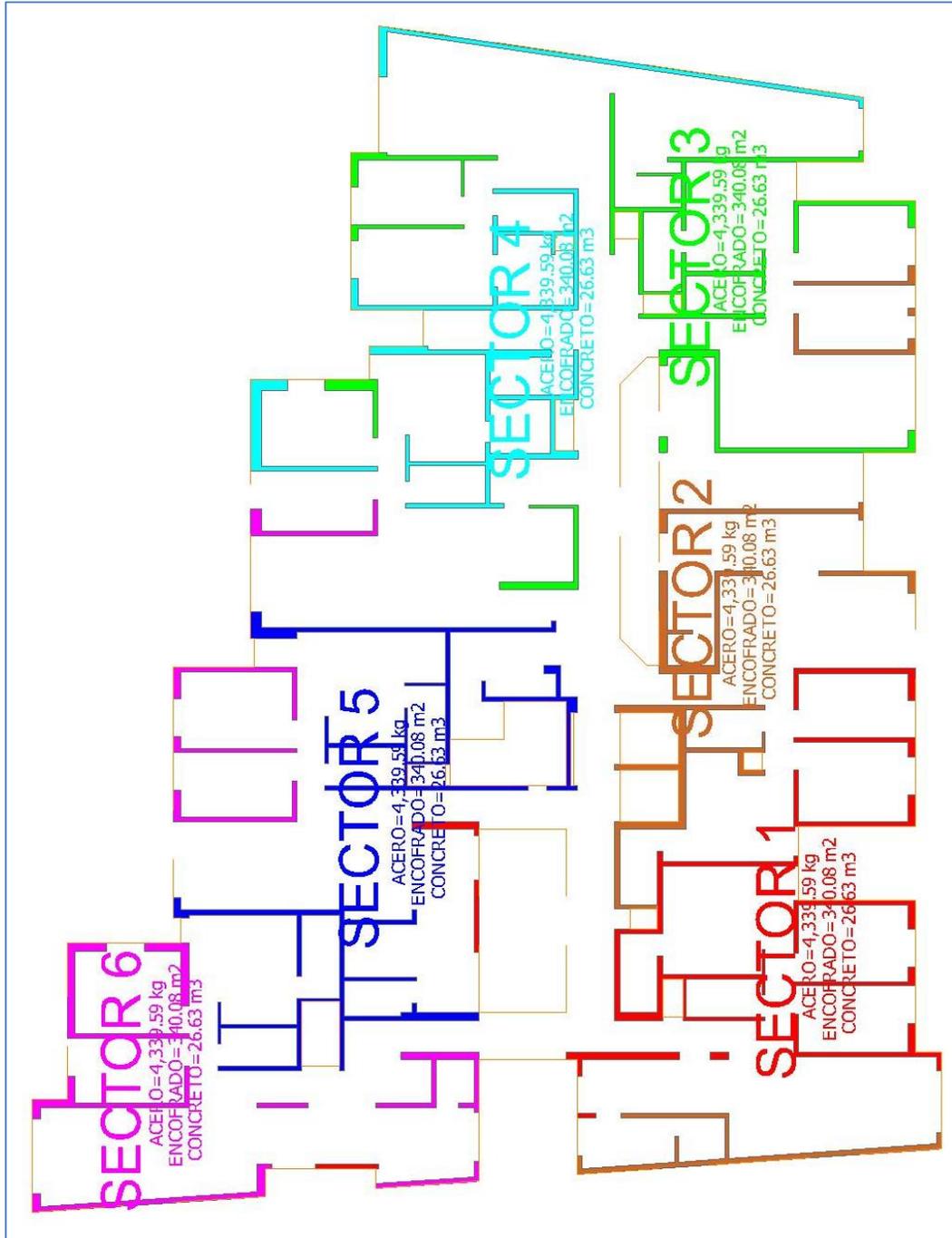


Ilustración 45. Sectorización para muros. Fuente: Elaboración Propia

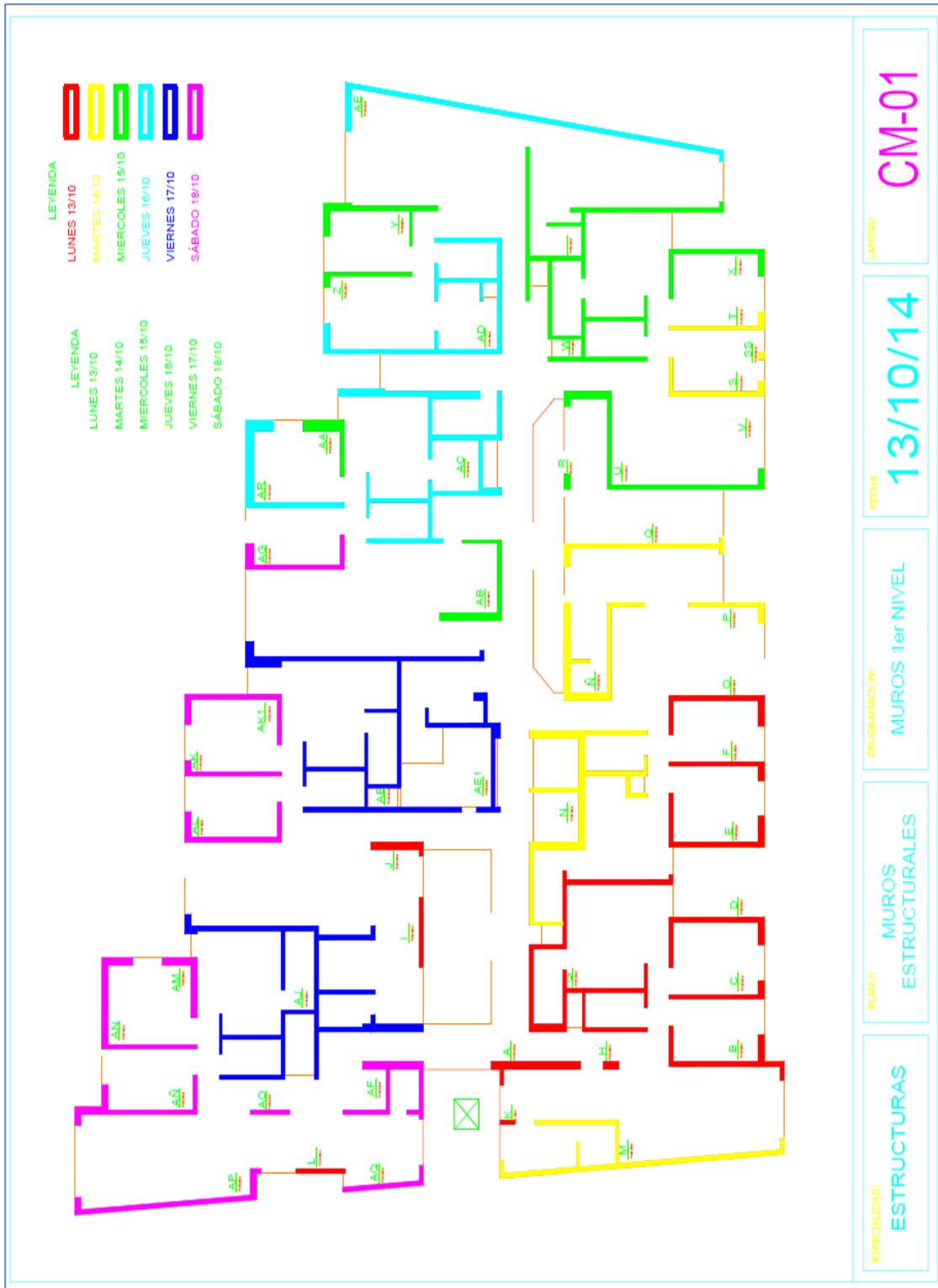


Ilustración 46. Programación de encofrado y colocación de concreto en muros – Semana 16.
Fuente: Elaboración Propia

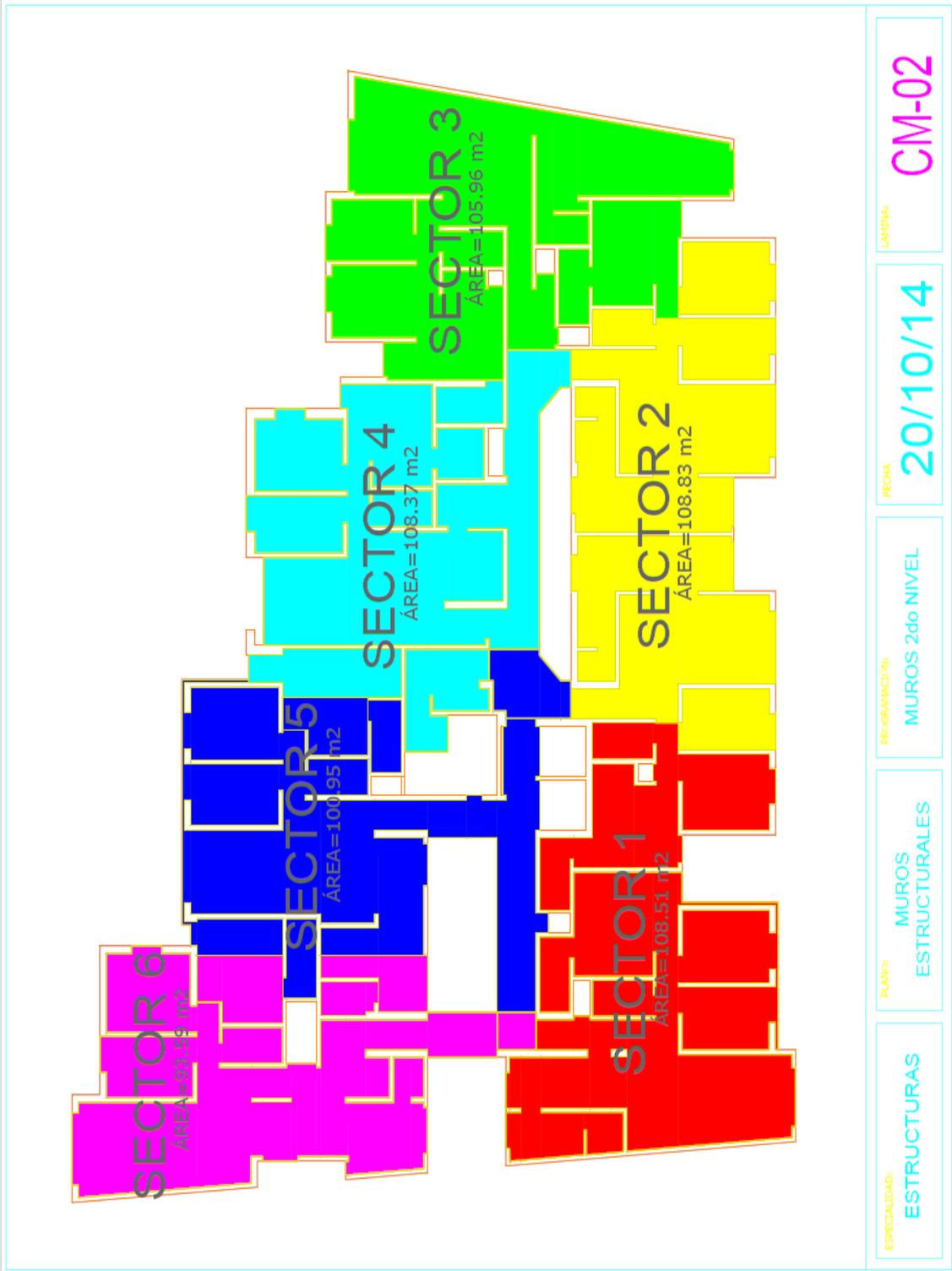


Ilustración 47. Programación de encofrado de losas – Semana 16. Fuente: Elaboración Propia

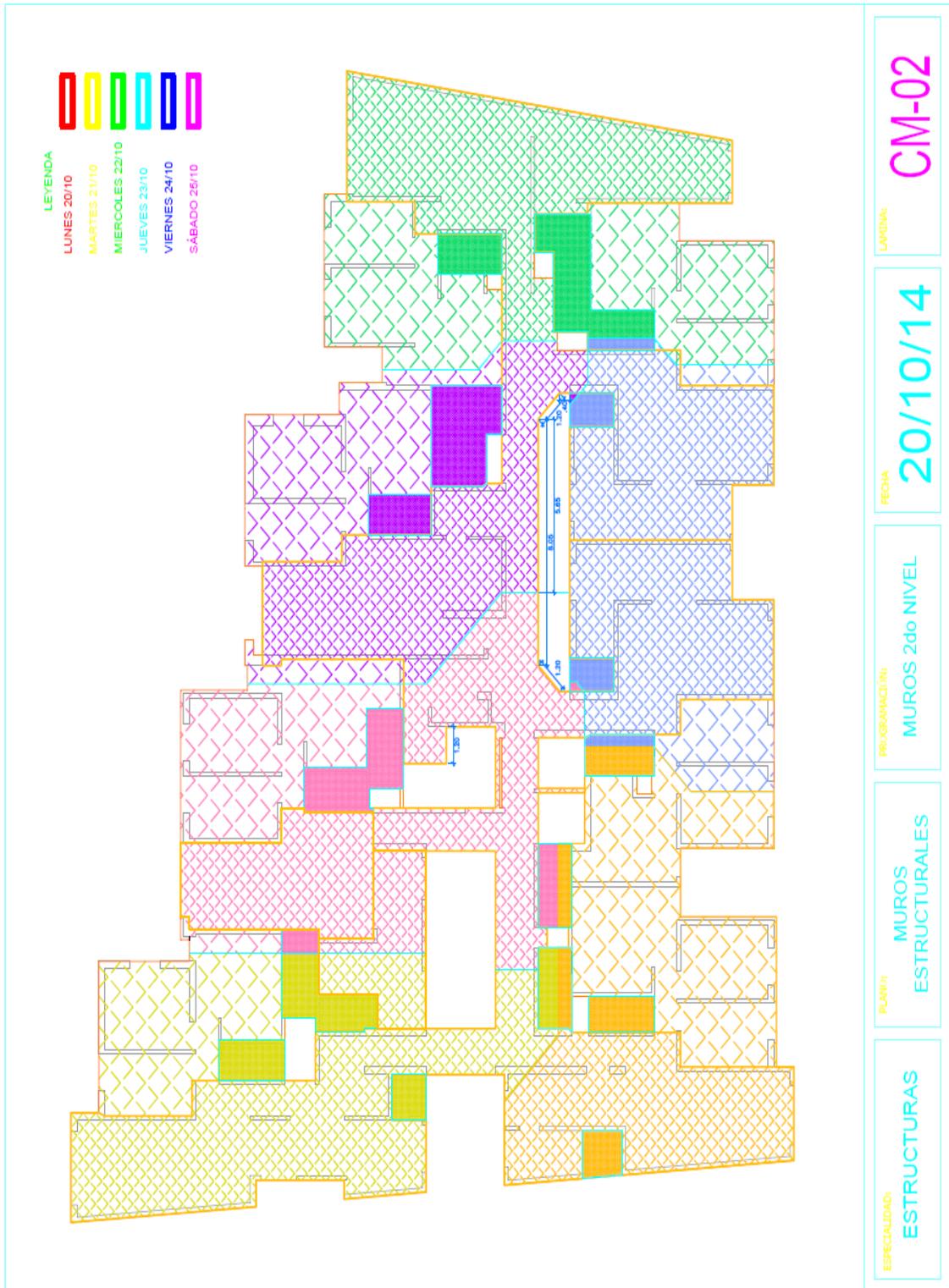


Ilustración 48. Programación de colocación de concreto en losas – Semana 16. Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.1.PROGRAMACIÓN DIARIA

Al finalizar el día nos reuníamos con los responsables de las contratistas para prever las actividades del día siguiente. El formato era simple, sólo tenemos que imprimir el plano en planta del nivel en construcción y con la ayuda de plumones de colores detallábamos las actividades de cada contratista. Aquí definíamos las actividades principales del casco estructural.

			PROYECTO: RESIDENCIAL EL ROBLE EMPRESA: CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F PROGRAMACIÓN DIARIA MIÉRCOLES 15 DE FEBRERO 2015					
N° DE PERSONAL	PERSONAL	CATEGORIA	ACTIVIDAD	METRADO	UND	HORARIO		
TOPOGRAFIA								
01.T	JOSE BECERRA	TOPOGRAFO	TRAZO DE MUROS M-AB, M-R, M-U, M-W, M-X	141.98	ml.	07:30	a	10:00
			TRAZO DE VIGAS SECTOR 4	89.30	ml.	10:00	a	12:00
			VERIFICACIÓN DE VERTICALIDAD PREVIO AL VACIADO DE MURO	108.37	m2.	13:00	a	14:00
			TRAZO DE NIVELES DE LOSA SECTOR 4	30.00	pto.	14:00	a	17:00
02.T	AZAÑERO VERA WALTER	PEÓN	TRAZO DE MUROS M-AB, M-R, M-U, M-W, M-X	141.98	ml.	07:30	a	10:00
			TRAZO DE VIGAS SECTOR 4	89.30	ml.	10:00	a	12:00
			VERIFICACIÓN DE VERTICALIDAD PREVIO AL VACIADO DE MURO	108.37	m2.	13:00	a	14:00
			TRAZO DE NIVELES DE LOSA SECTOR 4	30.00	pto.	14:00	a	17:00
ACERO								
01.A	RICHARD TORIBIO REYES	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-M	275.76	kg.	07:30	a	17:00
02.A	EDDY VASQUEZ ALAYO	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-M	275.76	kg.	07:30	a	17:00
03.A	RONALD MEDINA BENITES	OFICIAL	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-M	275.76	kg.	07:30	a	17:00
04.A	JULIO SANCHEZ VARGAS	OFICIAL	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-M	275.76	kg.	07:30	a	17:00
05.A	LUIS VASQUEZ ALAYO	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-P	229.92	kg.	07:30	a	16:00
			COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-SS	30.66	kg.	16:00	a	17:00
06.A	SANTOS GUERRERO ROMERO	OFICIAL	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-T	272.84	kg.	07:30	a	17:00
07.A	ANTONIO RODRIGUEZ SALINAS	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-O	270.00	kg.	07:30	a	17:00
08.A	MORALES VINCEN CARLOS	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-O	195.95	kg.	07:30	a	14:00
			COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-Ñ	74.05	kg.	14:00	a	17:00
09.A	RIVAS VILLANUEVA RENE	OFICIAL	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-Ñ	270.00	kg.	07:30	a	17:00
10.A	ARBOLEDA PEREZ JUAN	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-Ñ	287.50	kg.	07:30	a	17:00
11.A	ORTIZ CASTRO JUAN	OFICIAL	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-N	270.00	kg.	07:30	a	17:00
12.A	LLERENA VILLEGAS EDWAR	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-N	270.00	kg.	07:30	a	17:00
13.A	RESTREPO LEON RICARDO	OFICIAL	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-N	270.00	kg.	07:30	a	17:00
14.A	HERRERA LOPEZ MANUEL	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-N	270.00	kg.	07:30	a	17:00
15.A	SALAS GALARZA PETER	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-N	196.83	kg.	07:30	a	15:00
			COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-S	67.22	kg.	15:00	a	17:00
16.A	GUERRA MALO EDUARDO	OFICIAL	COLOCACIÓN DE ACERO EN MUROS M-S	270.00	kg.	07:30	a	17:00
17.A	LARREA LOAYZA MANUEL	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN LOSA SECTOR 3	250.00	kg.	07:30	a	17:00
18.A	LAZO PUÑEZ VICTOR	PEÓN	COLOCACIÓN DE ACERO EN LOSA SECTOR 3	250.00	kg.	07:30	a	17:00
19.A	JUAN ALVITES JUAN	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN LOSA SECTOR 3	250.00	kg.	07:30	a	17:00
20.A	CIFUENTES HORNA CARLOS	PEÓN	COLOCACIÓN DE ACERO EN LOSA SECTOR 3	241.99	kg.	07:30	a	17:00
21.A	ALVA PEREZ PABLO	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN VIGAS SECTOR 3	97.72	kg.	07:30	a	17:00
22.A	SAAVEDRA VASQUEZ ANTHONY	OPERARIO	COLOCACIÓN DE ACERO EN VIGAS SECTOR 3	97.72	kg.	07:30	a	17:00

Tabla 40. Programación Diaria 1. Fuente: Elaboración Propia

			PROYECTO: RESIDENCIAL EL ROBLE EMPRESA: CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F PROGRAMACIÓN DIARIA MIÉRCOLES 15 DE FEBRERO 2015					
N° DE PERSONAL	PERSONAL	CATEGORIA	ACTIVIDAD	METRADO	UND	HORARIO		
ENCOFRADO								
01.E	BRIONES CORTEZ EDUARD	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-M	24.36	m2.	05:00	a	02:30
02.E	CASANA MONTERO MEIKER	PEÓN		24.36	m2.	05:00	a	02:30
03.E	CHUQUIVIGUEL VASQUEZ FREDDY	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-M	23.95	m2.	05:00	a	02:30
04.E	FLORES SULLÓN DUBER	PEÓN		23.95	m2.	05:00	a	02:30
05.E	GUERRERO GAVIDIA CARLOS	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-M	25.67	m2.	05:00	a	02:30
06.E	HONORIO MALLQUI ERNESTO	PEÓN		25.67	m2.	05:00	a	02:30
07.E	MALUQUIS PEREZ MELANIO	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-M	12.37	m2.	05:00	a	09:00
		OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-O	12.51	m2.	09:00	a	02:30
08.E	MORALES ALAYO LUIS	PEÓN	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-M	12.37	m2.	05:00	a	09:00
		PEÓN	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-O	12.51	m2.	09:00	a	02:30
09.E	MOSTACERO MEDINA JUAN	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-O	23.97	m2.	05:00	a	02:30
10.E	ORTIZ CONTRERAS LEONIDAS	PEÓN		23.97	m2.	05:00	a	02:30
11.E	PEÑA SERIN LAURIANO	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-N	25.40	m2.	05:00	a	02:30
12.E	QUIÑOS NARVAEZ SANTOS	PEÓN		25.40	m2.	05:00	a	02:30
13.E	REYNA TOLENTINO JUAN	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-N	23.90	m2.	05:00	a	02:30
14.E	RODRIGUEZ ALAYA JORGE	PEÓN		23.90	m2.	05:00	a	02:30
15.E	SALVADOR CERNA	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-N	24.84	m2.	05:00	a	02:30
16.E	TACANGA CONTRERAS MILCER	PEÓN		24.84	m2.	05:00	a	02:30
17.E	VALDIVIA BACA ARMANDO	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-N	25.82	m2.	05:00	a	02:30
18.E	CHERO SULLÓN ABEL	PEÓN		25.82	m2.	05:00	a	02:30
19.E	CUZQUIPOMA MOSTACERO EDER	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-Ñ	25.30	m2.	05:00	a	02:30
20.E	SAAVEDRA JAUREGUI JESÚS	PEÓN		25.30	m2.	05:00	a	02:30
21.E	ACOSTA GALARRETA EVER	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-Ñ	24.14	m2.	05:00	a	02:30
22.E	ARENAS PIZAN YEISON	PEÓN		24.14	m2.	05:00	a	02:30
23.E	ARENAS VARGAS BEREGILDO	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-P	18	m2.	05:00	a	12:00
		OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE ALFEIZAR A-15	5.76	m2.	12:00	a	02:30
24.E	BARRIOS VILLANUEVA ALBERTO	PEÓN	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-P	18.00	m2.	05:00	a	12:00
		PEÓN	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE ALFEIZAR A-15	5.76	m2.	12:00	a	02:30
25.E	BRIONES SALDAÑA ANTONY	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-S	26.4	m2.	05:00	a	02:30
26.E	CAMPOS RODRIGUEZ NILTON	PEÓN		26.4	m2.	05:00	a	02:30
27.E	CASAS ÑONTOL RAUL	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-SS	21.36	m2.	05:00	a	12:00
		OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-T	2.40	m2.	12:00	a	02:30
28.E	FLORES BALTAZAR ABEL	OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-SS	21.36	m2.	05:00	a	12:00
		OPERARIO	DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS M-T	2.40	m2.	12:00	a	02:30
29.E	LAZO MURO VICTOR	OPERARIO	ENCOFRADO DE LOSA - SECTOR 3 (H1 Y H2 -DPTO T5)	28.41	m2.	05:00	a	12:00
30.E	LEON NUÑEZ JOSE	PEÓN	ENCOFRADO DE LOSA - SECTOR 3 (H1 Y H2 -DPTO T5)	28.41	m2.	12:00	a	02:30
31.E	MEDINA AGUIRRE RUBEN	OPERARIO	ENCOFRADO DE LOSA - SECTOR (SALA +PAS.-DPTO T5)	27.4	m2.	05:00	a	12:00
32.E	MENDOZA SAONA FELICIANO	PEÓN	ENCOFRADO DE LOSA - SECTOR (SALA +PAS.-DPTO T6)	27.4	m2.	12:00	a	02:30
33.E	RODRIGUEZ MUÑOZ GONZALO	OPERARIO	ENCOFRADO DE LOSA - SECTOR 3 (BS, BP, H. PRINC-DPTO T5)	29.1	m2.	05:00	a	12:00
34.E	ROMERO POLO SANTOS	PEÓN	ENCOFRADO DE LOSA - SECTOR 3 (BS, BP, H. PRINC-DPTO T5)	29.1	m2.	12:00	a	02:30
35.E	SALVATIERRA VARGAS JUSTINIANO	OPERARIO	ENCOFRADO DE LOSA - SECTOR 3 (COCINA+SERVICIO-DPTO T5)	28.9	m2.	05:00	a	12:00
36.E	SEGUNDO WILDER ANGULO	PEÓN	ENCOFRADO DE LOSA - SECTOR 3 (COCINA+SERVICIO-DPTO T5)	28.9	m2.	12:00	a	02:30
37.E	SOTERO BERMUDEZ ALAN	OPERARIO	ENCOFRADO DE LOSA - SECTOR 3 (PAS.CENTRAL)	30.42	m2.	05:00	a	12:00
40.E	VERA FRANCO JULIO	PEÓN	ENCOFRADO DE LOSA - SECTOR 3 (PAS.CENTRAL)	30.42	m2.	12:00	a	02:30

Tabla 41. Programación Diaria 2. Fuente: Elaboración Propia

			PROYECTO: RESIDENCIAL EL ROBLE EMPRESA: CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F PROGRAMACIÓN DIARIA MIÉRCOLES 15 DE FEBRERO 2015					
N° DE PERSONAL	PERSONAL	CATEGORIA	ACTIVIDAD	METRADO	UND	HORARIO		
CONCRETO								
01.C	ROJAS RODRIGUEZ ANDY	OPERARIO	CARGA DE BALDE CONCRETERO LOSA	19.16	m3.	08:00	a	11:00
			REPARACIÓN DE VACIADO ANTERIOR - MUROS	26.67	m3.	11:00	a	12:00
			DESCARGA DE BALDE CONCRETERO - MUROS	26.67	m3.	13:00	a	17:00:0
			NIVELACIÓN DE VACIADO - MUROS	26.67	m3.	17:00:0	a	17:30:0
02.C	TRELLES VALDERRAMA JHONAR	PEÓN	DESCARGA DE BALDE CONCRETERO - LOSA	19.16	m3.	08:00	a	11:00
			ARMADO DE ANDAMIOS	26.67	m3.	11:00	a	12:00
			LIMPIEZA POST-VACIADO	26.67	m3.	13:00	a	17:00:0
			LIMPIEZA DE ZONA DE TRABAJO	26.67	m3.	17:00:0	a	17:30:0
03.C	BEJARANO AVALOS CARLOS	PEÓN	DESCARGA DE BALDE CONCRETERO - LOSA	19.16	m3.	08:00	a	11:00
			LIMPIEZA DE ZONA DE TRABAJO	26.67	m3.	11:00	a	12:00
			ARMADO DE ANDAMIOS	26.67	m3.	13:00	a	17:00:0
			LIMPIEZA POST-VACIADO	26.67	m3.	17:00:0	a	17:30:0
04.C	GAMARRA DIAZ RONNIE	PEÓN	REGLEADO DE LOSA - LOSA	19.16	m3.	08:00	a	11:00
			LIMPIEZA DE ZONA DE TRABAJO	26.67	m3.	11:00	a	12:00
			CARGA DE BALDE CONCRETERO	26.67	m3.	13:00	a	17:00:0
			LIMPIEZA POST-VACIADO	26.67	m3.	17:00:0	a	17:30:0
05.C	MEJIA BACA MARCO	PEÓN	SABLEADO DE LOSA	19.16	m3.	08:00	a	11:00
			LIMPIEZA DE ZONA DE TRABAJO	26.67	m3.	11:00	a	12:00
			OPERADOR DE VIBRADORA	26.67	m3.	13:00	a	17:00:0
			DESARMAR ANDAMIOS	26.67	m3.	17:00:0	a	17:30:0
06.C	TRELLES CHAUCA ROBERTO	PEÓN	OPERADOR DE VIBRADORA	19.16	m3.	08:00	a	11:00
			LIMPIEZA DE ZONA DE TRABAJO	26.67	m3.	11:00	a	12:00
			AYUDANTE DE OPERADOR DE VIBRADORA	26.67	m3.	13:00	a	17:00:0
			LIMPIEZA POST-VACIADO	26.67	m3.	17:00:0	a	17:30:0
07.C	PECHO CHANG DAVID	OPERARIO	AYUDANTE DE OPERADOR DE VIBRADORA - LOSA	19.16	m3.	08:00	a	11:00
			REPARACIÓN DE VACIADO ANTERIOR	26.67	m3.	11:00	a	12:00
			DESCARGA DE BALDE CONCRETERO	26.67	m3.	13:00	a	17:00:0
			LIMPIEZA POST-VACIADO	26.67	m3.	17:00:0	a	17:30:0

Tabla 42. Programación Diaria 2. Fuente: Elaboración Propia

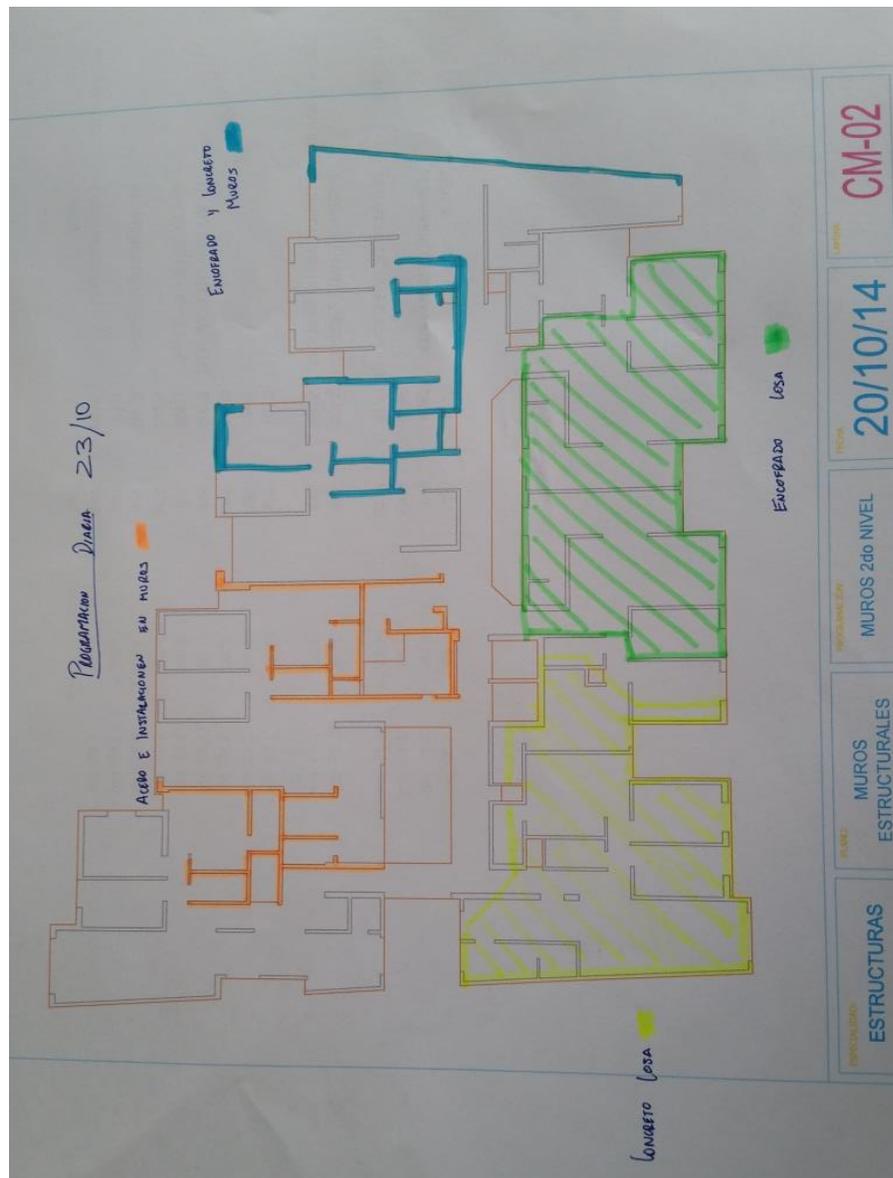


Ilustración 49. Programación diaria de Actividades, día 23/10. Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.2. REUNIONES DIARIAS

Las reuniones diarias se dan luego de las charlas de seguridad y llenado de ATS. Tienen una duración de cinco minutos y de preferencia los integrantes deben de estar de pie y en círculo, además el área técnica debe contar con los formatos de planificación para dar instrucción a las cuadrillas.



Ilustración 50. Reuniones diarias. Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.3. REUNION SEMANAL DE COORDINACIÓN

Nuestras reuniones semanales de coordinación son previstas para los días viernes por la tarde, en esta reunión se verifican los lookahead, las restricciones y las métricas del proyecto (PPC, CNC). Esta reunión es la más dinámica de todas debido a que los responsables de obra son cuestionados por avance positivo o negativo del proyecto.

Aquí se consensan soluciones y mejoras a todo el proceso constructivo.

Objetivos de la reunión:

- Revisar y aprender del PPC de la semana anterior.
- Analizar las Causas de No Cumplimiento.
- Tomar acciones para mitigar las Causas de No Cumplimiento.
- Realizar un paralelo entre los objetivos alcanzados y los propuestos por el proyecto.

- Determinar las actividades que entran en la planificación Lookahead, analizando y responsabilizando las restricciones de cada tarea ingresada.
- Realizar un adecuado análisis de las restricciones (revisión y preparación).
- Formular el plan de trabajo para la semana siguiente.

AGENDA DE REUNIÓN SEMANAL DE COORDINACIÓN					
Duración	Inicio	Fin	Sección de reunión	Responsable	Temas a tratar
10 min	03:00 p.m.	03:10 p.m.	Revisión del acta anterior	Ing. OT	- Revisión del cumplimiento de los temas del acta anterior y el desempeño de los entregables semanales
15 min	03:10 p.m.	03:25 p.m.	Control de productividad y Lookahead	Ing. OT	- Herramientas IP y PPC - Indicar partidas críticas - Indicar partidas reprogramadas - Indicar partidas por iniciar
15 min	03:25 p.m.	03:40 p.m.	Análisis de Restricciones	Ing. Producción	- Restricciones de actividades críticas - Reasignación de restricciones - Fechas de levantamiento de áreas de soporte
10 min	03:40 p.m.	03:50 p.m.	Administración y RSE	Administración	- Estado de trámites y permisos - Estado de problemas con vecinos
10 min	03:50 p.m.	04:00 p.m.	Indicadores de PdR	Prevencionista	- Índices IF e IG (1 vez al mensual o luego de un incidente) - Observaciones - Acciones correctivas
10 min	04:00 p.m.	04:10 p.m.	Indicadores de Control de Calidad	Ing. Producción	- NC de la semana - NC abiertas - Observaciones - Acciones correctivas y preventivas
10 min	04:10 p.m.	04:20 p.m.	Indicadores de Logística	Logística	-Indicadores
Total duración: 1hr 20min					

Tabla 43. Agenda estandarizada de la reunión semanal de coordinación. Fuente: Elaboración Propia

Estructura de la reunión:

- Se parte analizando el PPC de la semana anterior, las Causas de No Cumplimiento, tomando acciones correctivas inmediatamente si es posible.

- Se analiza el cumplimiento de las tareas pendientes de la semana anterior.
- Se realiza el paralelo entre los objetivos alcanzados y los propuestos por el proyecto, aclarando las responsabilidades de todos los involucrados.
- Se analiza el análisis de restricciones para las tareas que entran en la semana siguiente.
- El coordinador se compromete a entregar al siguiente día el programa semanal a cada último planificador.
- Además, se discute el estado de las otras actividades dentro de la planificación Lookahead en relación a sus restricciones (se discute con cada responsable), lo anterior con el objetivo de poder liberarlas en lo posible con dos semanas de anticipación o para dar soluciones que faciliten esta liberación.
- Luego, y teniendo presente las tareas que cada último planificador entrega como tentativas para ingresar a la planificación Lookahead, se verifican las que realmente entrarán a la planificación Lookahead contrastándolas con el programa Maestro.
- Posteriormente se asignan los responsables de liberar las restricciones de las nuevas tareas ingresadas a la planificación Lookahead.
- Teniendo la nueva planificación Lookahead, el coordinador la entregará a más tardar al día siguiente a cada último planificador.

Por último, se destaca el “compromiso” que asume cada “último planificador” haciendo referencia que es la instancia más importante de la reunión. En cada reunión semanal debemos discutir abiertamente la planificación Lookahead, el Inventario de Trabajo Ejecutable y la planificación semanal, sin imponer órdenes por parte del coordinador, esto hará que los últimos planificadores se sientan partícipes dentro de la planificación de la obra.

		REGISTRO				SGC-IN-GE.02-R.01	
		GENERALES				Revisión:	0
		ACTA DE REUNIÓN SEMANAL DE COORDINACIÓN				Fecha:	17/10/2014
						Página:	2 de 2
Asunto:	Reunión Semanal de Coordinación					Base:	0
Obra:						Departament	La Libertad
Coordinador:	Yosip Eduardo Torres Manofupa					Fecha:	10/octubre/2014
Area:	Oficina Técnica - Corporación Inmobiliaria					Hora:	3.00 p.m.
ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA IDENTIFICACIÓN	FECHA COMPROMISO	FECHA DE MODIFICACIÓN	STATUS	
1	ADMINISTRACIÓN / LOGÍSTICA / ALMACÉN						
01.01	Status del Stock mínimo interdiario.	LVA	04/08/2014	16/10/2014	14/10/2014	PERMANENTE	
01.02	Permiso para ruptura de pista para empalmar red de desagüe.	PDG	25/09/2014	13/10/2014		LEVANTADA	
01.03	Regulación de pedidos de encofrado a Unispan.	PLE	03/10/2014	13/10/2014		LEVANTADA	
01.04	Ingreso de personal para limpieza.	PDG	06/10/2014	13/10/2014		PENDIENTE	
01.05	Ingreso de operador para mantenimiento mensual de grúa-torre.	ETM	06/10/2014	17/10/2014		PENDIENTE	
2	SEGURIDAD						
02.01	Capacitación uso de extintores.	TVS	06/10/2014	17/10/2014		PENDIENTE	
3	CONTROL DE CALIDAD						
03.01	Solicitar ensayos de ruptura de probetas de vaciados en platea.	ETM	06/10/2014	13/10/2014		EN PROCESO	
4	OFICINA TÉCNICA						
04.01	Aprobación de detalle de anclaje de estructura metálica.	ETM	04/08/2014	16/10/2014		LEVANTADA	
04.02	Reunión para una nueva propuesta del SUM.	PLE	25/09/2014	13/10/2014		LEVANTADA	
04.04	Actualización de planos As-Built.	ETM	03/10/2014	13/10/2014		LEVANTADA	
04.05	Adicional de Trabajos en vecina Alfaro.	PLE	06/10/2014	13/10/2014		LEVANTADA	
04.06	Mandar a soldar el balde concreto número 2.	ETM	06/10/2014	17/10/2014		EN PROCESO	
5	PRODUCCIÓN						
05.01	Revisar lista de observaciones de Calidad Internas.	BSV	04/08/2014	16/10/2014		PERMANENTE	
05.02	Programación de ruptura de canal la mochica.	PLE	25/09/2014	13/10/2014		PERMANENTE	
05.03	Enviar programación de vaciados de semana siguiente a Pacasmayo.	BSV	03/10/2014	13/10/2014		PERMANENTE	
05.04	Instalación de luminarias en calle Antracita.	BSV	06/10/2014	13/10/2014		LEVANTADA	
6	TEMAS VARIOS						
05.06	Todos deben identificar restricciones y colocarlas.	Todos	03/10/2014	13/10/2014		PERMANENTE	
Próxima Reunión:		#####					

Tabla 44. Acta de Reunión Semanal de Programación. Fuente: Elaboración Propia

Asistentes de la reunión:

- Residente de Obra
- Oficina Técnica, Producción, Maestro de Obra y Prevencionista.
- Almacén y Logística
- Administración y Gerencia de la Comitente
- Supervisión
- Contratistas

	REGISTRO				
	GENERALES		Revisión:	0	
	ACTA DE REUNIÓN SEMANAL DE COORDINACIÓN		Fecha:	10/10/2014	
			Página:	1 de 2	
Asunto:	Reunión Semanal de Coordinación		Base:		
Obra:	Residencial El Roble		Departamento:	La Libertad	
Coordinador:	Yosip Eduardo Torres Manotupa		Fecha:	10/octubre/2014	
Área:	Oficina Técnica - Corporación Inmobiliaria F&F		Hora:	3.00 p.m.	
CONDICIÓN	COMPañÍA	NOMBRES	ABREVIATURA	PARTICIPACIÓN	ÁREA
Oblig.	F&F	Paul León Escobar	PLE	+	Residente de obra
Oblig.	F&F	Eduardo Torres Manotupa	ETM	+	Jefe de OT
Oblig.	F&F	Baker Sánchez Villacorta	BSV	+	Jefe de Producción
Oblig.	F&F	Tony Vásquez	TVS	+	Prevencionista
Oblig.	F&F	José Becerra Ayala	JBA	+	Topógrafo
Oblig.	F&F	Lesther Vicente Asmat	LVA	+	Almacén
Oblig.	F&F	Jorge VillanuevaVerano	JVV	+	Logística
Oblig.	F&F	Patricia Díaz Guerra	PDG	-	Administradora
Oblig.	F&F	Juancarlos Bouroncle Luna	JCBL	*	Gerente
Oblig.	F&F	Clever Noroña	CN	+	Maestro de Obra
Oblig.	PYTC	Carlos Cabrejos	CC	-	Supervisor General
Oblig.	PYTC	Branco León León	BLL	+	Asistente de Supervisión
Oblig.	Impulsa	Javier Torres	JT	+	Contratista Grúa-Torre
	Participación:	(+) Presente			+
		(-) Parcialmente Presente			-
		(#) Ausente por encontrarse en Campo o fuera de la Oficina			#
		(*) Ausente por encontrarse de vacaciones			*

Tabla 45. Asistentes a la Reunión Semanal de Programación. Fuente: Elaboración Propia

3.4.3. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN

3.4.3.1. PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)

Nuestro Porcentaje de Plan Cumplido es el resultado del seguimiento y control del Plan de Trabajo Semanal.

El valor promedio del PPC Semanal define que tanto somos eficientes planificando, a veces puede ser engañoso y no estaría ayudando a reflejar exactamente lo que está pasando en obra, es decir, su correcto uso obedece al rigor con que lo apliquemos dentro de la obra.

		PROYECTO RESIDENCIAL EL ROBLE CONSOLIDADO DE PPC - OBRA				
SEMANA	DATOS	OBRA RESIDENCIAL EL ROBLE			SEMANAL	ACUMULADO
SEMANA 15	Act. Cumplidas	39	0	0	69.6%	69.6%
	Act. Incumplidas	17	0	0		
	PPC Semanal	69.6%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	69.6%	0.0%	0.0%		
SEMANA 16	Act. Cumplidas	34	0	0	60.7%	65.2%
	Act. Incumplidas	22	0	0		
	PPC Semanal	60.7%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	65.2%	0.0%	0.0%		
SEMANA 17	Act. Cumplidas	51	0	0	73.9%	68.5%
	Act. Incumplidas	18	0	0		
	PPC Semanal	73.9%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	68.5%	0.0%	0.0%		
SEMANA 18	Act. Cumplidas	65	0	0	86.7%	73.8%
	Act. Incumplidas	10	0	0		
	PPC Semanal	86.7%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	73.8%	0.0%	0.0%		
SEMANA 19	Act. Cumplidas	63	0	0	92.6%	77.8%
	Act. Incumplidas	5	0	0		
	PPC Semanal	92.6%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	77.8%	0.0%	0.0%		
SEMANA 20	Act. Cumplidas	72	0	0	96.0%	81.2%
	Act. Incumplidas	3	0	0		
	PPC Semanal	96.0%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	81.2%	0.0%	0.0%		
SEMANA 21	Act. Cumplidas	73	0	0	96.1%	83.6%
	Act. Incumplidas	3	0	0		
	PPC Semanal	96.1%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	83.6%	0.0%	0.0%		
SEMANA 22	Act. Cumplidas	63	0	0	95.5%	85.0%
	Act. Incumplidas	3	0	0		
	PPC Semanal	95.5%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	85.0%	0.0%	0.0%		

Tabla 46. Cuadro de control del PPC. Fuente: Elaboración Propia

		PROYECTO RESIDENCIAL EL ROBLE CONSOLIDADO DE PPC - OBRA				
		FRENTE UNICO			TOTAL OBRA	
SEMANA	DATOS	OBRA RESIDENCIAL EL ROBLE			SEMANAL	ACUMULADO
SEMANA 23	Act. Cumplidas	71	0	0	98.6%	86.6%
	Act. Incumplidas	1	0	0		
	PPC Semanal	98.6%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	86.6%	0.0%	0.0%		
SEMANA 24	Act. Cumplidas	73	0	0	86.9%	86.7%
	Act. Incumplidas	11	0	0		
	PPC Semanal	86.9%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	86.7%	0.0%	0.0%		
SEMANA 25	Act. Cumplidas	64	0	0	86.5%	86.6%
	Act. Incumplidas	10	0	0		
	PPC Semanal	86.5%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	86.6%	0.0%	0.0%		
SEMANA 26	Act. Cumplidas	53	0	0	82.8%	86.3%
	Act. Incumplidas	11	0	0		
	PPC Semanal	82.8%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	86.3%	0.0%	0.0%		
SEMANA 27	Act. Cumplidas	63	0	0	84.0%	86.2%
	Act. Incumplidas	12	0	0		
	PPC Semanal	84.0%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	86.2%	0.0%	0.0%		
SEMANA 28	Act. Cumplidas	44	0	0	84.6%	86.1%
	Act. Incumplidas	8	0	0		
	PPC Semanal	84.6%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	86.1%	0.0%	0.0%		
SEMANA 29	Act. Cumplidas	82	0	0	88.2%	86.3%
	Act. Incumplidas	11	0	0		
	PPC Semanal	88.2%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	86.3%	0.0%	0.0%		
SEMANA 30	Act. Cumplidas	54	0	0	84.4%	86.1%
	Act. Incumplidas	10	0	0		
	PPC Semanal	84.4%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	86.1%	0.0%	0.0%		
SEMANA 31	Act. Cumplidas	87	0	0	93.5%	86.7%
	Act. Incumplidas	6	0	0		
	PPC Semanal	93.5%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	86.7%	0.0%	0.0%		
SEMANA 32	Act. Cumplidas	62	0	0	83.8%	86.5%
	Act. Incumplidas	12	0	0		
	PPC Semanal	83.8%	0.0%	0.0%		
	PPC Acumulado	86.5%	0.0%	0.0%		

Tabla 47. Cuadro de control del PPC. Fuente: Elaboración Propia

MES	SEMANA	DESDE	HASTA
oct-14	Semana 15	13-oct-14	19-oct-14
oct-14	Semana 16	20-oct-14	26-oct-14
oct-14	Semana 17	27-oct-14	02-nov-14
nov-14	Semana 18	03-nov-14	09-nov-14
nov-14	Semana 19	10-nov-14	16-nov-14
nov-14	Semana 20	17-nov-14	23-nov-14
nov-14	Semana 21	24-nov-14	30-nov-14
dic-14	Semana 22	01-dic-14	07-dic-14
dic-14	Semana 23	08-dic-14	14-dic-14
dic-14	Semana 24	15-dic-14	21-dic-14
dic-14	Semana 25	22-dic-14	28-dic-14
dic-14	Semana 26	29-dic-14	04-ene-15
ene-15	Semana 27	05-ene-15	11-ene-15
ene-15	Semana 28	12-ene-15	18-ene-15
ene-15	Semana 29	19-ene-15	25-ene-15
ene-15	Semana 30	26-ene-15	01-feb-15
feb-15	Semana 31	02-feb-15	08-feb-15
feb-15	Semana 32	09-feb-15	15-feb-15

Tabla 48. Cuadro de control de semanas. Fuente: Elaboración Propia

OBRA RESIDENCIAL EL ROBLE						
TAREAS PROGR		TAREAS REALIZ		PPC		
SEM	ACUM	SEM	ACUM	SEM	ACUM	META
56	56	39	39	69.6%	69.6%	85.0%
56	112	34	73	60.7%	65.2%	85.0%
69	181	51	124	73.9%	68.5%	85.0%
75	256	65	189	86.7%	73.8%	85.0%
68	324	63	252	92.6%	77.8%	85.0%
75	399	72	324	96.0%	81.2%	85.0%
76	475	73	397	96.1%	83.6%	85.0%
66	541	63	460	95.5%	85.0%	85.0%
72	613	71	531	98.6%	86.6%	85.0%
84	697	73	604	86.9%	86.7%	85.0%
74	771	64	668	86.5%	86.6%	85.0%
64	835	53	721	82.8%	86.3%	85.0%
75	910	63	784	84.0%	86.2%	85.0%
52	962	44	828	84.6%	86.1%	85.0%
93	1055	82	910	88.2%	86.3%	85.0%
64	1119	54	964	84.4%	86.1%	85.0%
93	1212	87	1051	93.5%	86.7%	85.0%
74	1286	62	1113	83.8%	86.5%	85.0%

Tabla 49. Cuadro de Control de PPC de tareas programadas, realizadas y meta. Fuente: Elaboración Propia

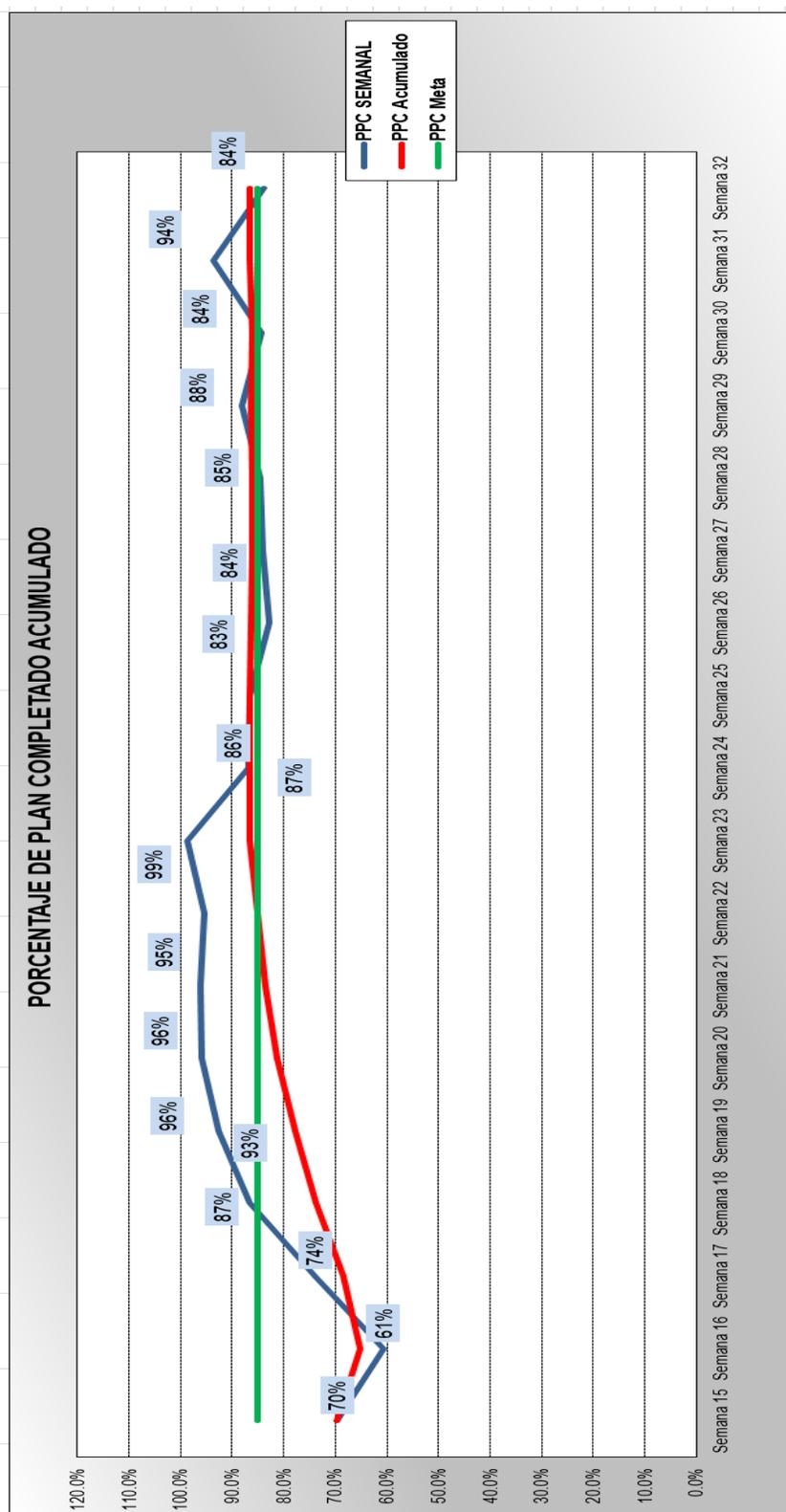


Tabla 50. Gráfico de PPC acumulado. Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.2. CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO (CNC)

En el proyecto hemos identificado y seleccionado las causas de no cumplimiento, las CNC nos ayudaran a encontrar soluciones a nuestras CNC mas repetitivas y por ende a disminuir nuestras restricciones de obra.

- Las CNC se han tenido que codificar para su mejor control dentro de la obra. Estas codificaciones agrupan en gran medida a las causas más comunes en obra.

Codificación de Causas de NO Cumplimiento (CNC)		
MANO DE OBRA	101	Falta de mano de obra
	102	Bajo rendimiento de mano de obra
FALTA CANCHA	201	Falta cancha para la actividades
SUBCONTRATISTA	301	Subcontartista con poco personal
	302	Subcontratista sin materiales
	303	Atraso por falta de pago a contratistas
	304	Bajo rendimiento del contratistaa
	305	Inasistencia del contratista
PROVEEDOR	401	Despachos con materiales defectuosos
	402	Mala coordinación de despachos
DISEÑO	501	Falta de diseño
	502	Diseños deficientes
MATERIALES	601	Compra a destiempo de materiales
	602	Despacho retrasado por falta de pago a proveedores
	603	Mala estimación de rendimiento de los materiales
TORRE-GRÚA	701	Mantenimiento de torre-grúa
	702	Sobreasignación de partidas con uso de torre-grúa
CAMBIOS DE DISEÑOS	801	Modificación del proyecto
	802	Incompatibilidad de especialidades
METEOROLOGÍA	901	Vientos fuertes vuelven lenta la actividad de la torre-grúa
TRABAJOS PREVIOS (PREREQUISITO)	1001	Falta actividad previa
REPROCESO (CALIDAD)	1101	Mala calidad de los trabajos
	1102	Reparaciones
ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTOS	1201	Sobreestimación de rendimientos
	1202	Mala planificación
	1203	Sobreasignación de actividades al mismo contratista
CONTRATOS	1301	Falta definición de contratista
	1302	Contratos deficinetes
SUPERVISIÓN	1401	Demoras en aprobaciones de actividades planificadas
	1402	Burocracia

Tabla 51. Codificación de las CNC. Fuente: Elaboración Propia

La codificación de las CNC nos ayuda a determinar en qué actividades necesitamos mayor control dentro del proyecto, por ejemplo, las actividades de

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	Frecuencia	Frec. Normaliz	Frec. Acumulada
TRABAJOS PREVIOS (PREREQUISITO)	19%	19%	19%
SUBCONTRATISTA	14%	14%	32%
MATERIALES	10%	10%	43%
REPROCESO (CALIDAD)	10%	10%	53%
MANO DE OBRA	8%	8%	61%
PROVEEDOR	7%	7%	69%
SUPERVISIÓN	7%	7%	76%
FALTA CANCHA	5%	5%	81%
DISEÑO	4%	4%	85%
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	4%	4%	90%
CAMBIOS DE DISEÑOS	3%	3%	93%
ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTOS	3%	3%	96%
CONTRATOS	3%	3%	99%
METEOROLOGÍA	1%	1%	100%
		0%	100%

Tabla 52. Orden de prelación de las CNC. Fuente: Elaboración Propia

Una vez que determinamos las Causas de No Cumplimiento y las ordenamos de acuerdo a su incidencia dentro del proyecto tenemos que tomar acciones para minimizarlas o eliminarlas en el mejor de los casos.

3.4.3.2.1. GESTIÓN DE LAS CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

Para reducir las restricciones del sistema necesitamos hacer una inspección al proceso productivo completo, encontrando los siguientes datos.

Caso 1

- Charlas de 15 minutos en zonas cercanas a oficina
- Instrucciones de campo luego de la charla
- Llenado de ATS con espera a la firma del prevencionista al final de la charla.
- Cuadrillas a la espera de suministro de material.

HORA	CUADRILLA
7:30 a 7:45 am.	Charla de Seguridad
7:45 a 8:00 am.	Llenado de ATS y recojo de materiales
8:00 a 8:20 am.	Instrucción y llegada de zona de trabajo
08:20 a.m.	Inicio de Actividades Productivas

Tabla 53. Inspección del arranque de la obra. Fuente: Elaboración Propia

Plan de Acción

- Las charlas deben ser cerca de almacén
- Las instrucciones se deben dar el día anterior
- El prevencionista debe recorrer a cada grupo para agilizar el llenado de ATS

La meta es iniciar la Producción a las 8:00 am

Caso 2

- Las cuadrillas no entregan su trabajo para el proceso siguiente
- Los operarios se movilizan a otros frentes asumiendo trabajos terminados
- Las cuadrillas se movilizan a frentes no programados pero libres.

Plan de Acción

- Puntos de control de calidad a la mitad de la jornada
- Programar con el líder del subcontratista las entregas diarias de áreas.
- Mantener un área buffer de encontrar restricciones que no permitan el avance de la jornada.

La meta es terminar los trabajos de la jornada antes de las 5:00 pm

7:30 am

5:00 pm

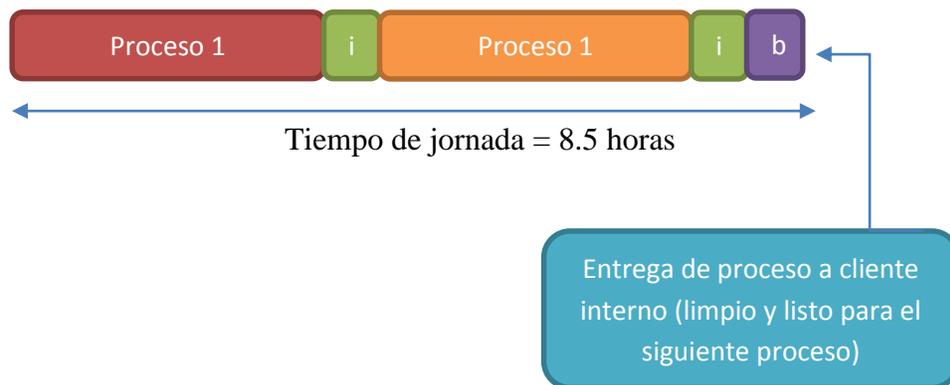


Ilustración 51. Inspección de los procesos de control. Fuente: Elaboración Propia

Caso 3

Para el tema de la sobreasignación de la torre grúa se conversó con el contratista para que el mantenimiento se realice los días domingos y también se coordinó el ingreso de otro rigger para comenzar los izajes de material más temprano.

Caso 4

En el tema de los materiales se ha tenido que reestructurar el tema del cuadro de adquisiciones o lookahead de materiales, ampliando de dos a cuatro semanas de previsión para llegar sin contratiempos con el material en almacén.

Además de ir viendo soluciones que van más por el sentido común se ha aplicado o usado la metodología de los 5 porqués del japonés Sakichi Toyada, para encontrar la raíz de problemas ocurridos en obra.

Ejemplo:

No puede entrar en contratista de enchape.

Se analizan los motivos de esta restricción y se realiza el primer porque, luego se van realizando los siguientes porqués con las respuestas anteriores. El resultado se muestra en el cuadro siguiente.

Problema:	No se puede colocar el porcelanato			
	Porqué no se puede colocar el porcelanato			
1	Porque no está listo el contra piso			
2	No hay materiales	No hay personal	Contratista sin definir contrato	Partida previa se hizo mal
3	No se hizo el pedido a tiempo	Contratista inició otra obra	No se han definido las especificaciones de las partidas	No hubo supervisión y control
4	No hay un plan de control inicial	El contratista desconoce la programación de la obra	El propietario cambia de diseño permanentemente	El supervisor no estaba presente
5	Se contruye de manera tradicional		Mucha informalidad en la empresa	

Tabla 54. Ejemplo de la metodología de los 5 porqués. Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.3. INDICE DE PRODUCTIVIDAD

Partida:	Encofrado en muros						
Cuadrilla:	13 Op+ 13 Pe		Cuadrilla Unit	1 Op+ 1 Pe			
Rendimiento:	325.00	m2.	Rend Unit:	25.00	m2.		
Ratio:	0.64	hh./m2.					
Semana 15	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	13/10/2014	14/10/2014	15/10/2014	16/10/2014	17/10/2014	18/10/2014	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	340.08	340.39	340.74	335.98	340.8	307.92	2,005.91
IP-Sem 15:	0.62	hh./m2.					
Semana 16	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	20/10/2014	21/10/2014	22/10/2014	23/10/2014	24/10/2014	25/10/2014	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	340.08	343.27	337.74	329.5	340.8	311.4	2,002.79
IP-Sem 16:	0.62	hh./m2.					
Semana 17	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	27/10/2014	28/10/2014	29/10/2014	30/10/2014	31/10/2014	01/11/2014	
N° Obreros	26	26	26	26	26	0	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	-	40.00
Avance diario (m2.)	341.52	343.27	337.74	329.5	341.76	0	1,693.79
IP-Sem 17:	0.61	hh./m2.					
Semana 18	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	03/11/2014	04/11/2014	05/11/2014	06/11/2014	07/11/2014	08/11/2014	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	313.32	341.52	339.67	335.58	331.95	340.8	2,002.84
IP-Sem 18:	0.62	hh./m2.					
Semana 19	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	10/11/2014	11/11/2014	12/11/2014	13/11/2014	14/11/2014	15/11/2014	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	313.32	345.36	339.67	335.58	331.95	340.8	2,006.68
IP-Sem 19:	0.62	hh./m2.					
Semana 20	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	17/11/2014	18/11/2014	19/11/2014	20/11/2014	21/11/2014	22/11/2014	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	313.32	347.28	345.19	341.1	331.95	339.84	2,018.68
IP-Sem 20:	0.62	hh./m2.					
Semana 21	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	24/11/2014	25/11/2014	26/11/2014	27/11/2014	28/11/2014	29/11/2014	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	311.4	347.4	345.43	339.91	328.66	340.8	2,013.60

Tabla 55. Cuadro de productividad operativa de las partidas de encofrado de muros
I. Fuente: Elaboración Propia

Semana 21	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	24/11/2014	25/11/2014	26/11/2014	27/11/2014	28/11/2014	29/11/2014	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	311.4	347.4	345.43	339.91	328.66	340.8	2,013.60
IP-Sem 21:	0.62	hh./m2.					
Semana 22	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	01/12/2014	02/12/2014	03/12/2014	04/12/2014	05/12/2014	06/12/2014	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	311.4	326.16	331.15	324.7	329.62	329.84	1,952.87
IP-Sem 22:	0.64	hh./m2.					
Semana 23	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	08/12/2014	09/12/2014	10/12/2014	11/12/2014	12/12/2014	13/12/2014	
N° Obreros	0	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	-	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	40.00
Avance diario (m2.)	0	316.71	324.72	325.39	318.07	332.66	1,617.55
IP-Sem 23:	0.64	hh./m2.					
Semana 24	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	15/12/2014	16/12/2014	17/12/2014	18/12/2014	19/12/2014	20/12/2014	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	324.81	327.04	325.44	326.24	318.91	332.9	1,955.34
IP-Sem 24:	0.64	hh./m2.					
Semana 25	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	22/12/2014	23/12/2014	24/12/2014	25/12/2014	26/12/2014	27/12/2014	
N° Obreros	26	26	0	0	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	-	-	8.00	8.00	32.00
Avance diario (m2.)	325.08	328.84	0	0	325.44	331.76	1,311.12
IP-Sem 25:	0.63	hh./m2.					
Semana 26	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	29/12/2014	30/12/2014	31/12/2014	01/01/2015	02/01/2015	03/01/2015	
N° Obreros	26	26	0	0	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	-	-	8.00	8.00	32.00
Avance diario (m2.)	324.79	332.90			325.08	328.84	1,311.61
IP-Sem 26:	0.63	hh./m2.					

Tabla 56. Cuadro de productividad operativa de las partidas de encofrado de muros
2. Fuente: Elaboración Propia

Semana 27	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	05/01/2015	06/01/2015	07/01/2015	08/01/2015	09/01/2015	10/01/2015	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	325.44	331.76	326.59	337.75	325.08	328.84	1,975.46
IP-Sem 27:	0.63	hh./m2.					
Semana 28	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	12/01/2015	13/01/2015	14/01/2015	15/01/2015	16/01/2015	17/01/2015	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	335.76	332.81	327.56	339.43	323.88	338.34	1,997.78
IP-Sem 28:	0.62	hh./m2.					
Semana 29	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	19/01/2015	20/01/2015	21/01/2015	22/01/2015	23/01/2015	24/01/2015	
N° Obreros	26	26	26	26	26	26	26
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m2.)	331.68	333.89	326.00	314.59	323.52	330.42	1,960.10
IP-Sem 29:	0.64	hh./m2.					
Semana 30	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	26/01/2015	27/01/2015	28/01/2015	29/01/2015	30/01/2015	31/01/2015	
N° Obreros			26	26	26	26	26
Jornada (h.)			8.00	8.00	8.00	8.00	32.00
Avance diario (m2.)			239.09	227.45	236.28	241.98	944.81
IP-Sem 30:	0.88	hh./m2.					
Semana 31	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	02/02/2015	03/02/2015	04/02/2015	05/02/2015	06/02/2015	07/02/2015	
N° Obreros	20	20					20
Jornada (h.)	8.00	8.00					16.00
Avance diario (m2.)	247.08	213.06					460.14
IP-Sem 31:	0.70	hh./m2.					

*Tabla 57. Cuadro de productividad operativa de las partidas de encofrado de muros
3. Fuente: Elaboración Propia*

Partida:	Colocación de concreto en muros						
Cuadrilla:	2 Op+ 2 Of + 3 Pe		Cuadrilla Un	2 Op+ 2 Of + 3 Pe			
Rendimiento:	26.00	m3.	Rend Unit:	26.00	m3.		
Ratio:	2.15	hh./m3.					
Semana 15	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	13/10/2014	14/10/2014	15/10/2014	16/10/2014	17/10/2014	18/10/2014	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	26.63	26.3	26.67	27.76	25.53	25.94	158.83
IP-Sem 15:	2.12	hh./m3.					
Semana 16	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	20/10/2014	21/10/2014	22/10/2014	23/10/2014	24/10/2014	25/10/2014	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	26.63	28.02	26.09	27.4	25.53	26.26	159.93
IP-Sem 16:	2.10	hh./m3.					
Semana 17	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	27/10/2014	28/10/2014	29/10/2014	30/10/2014	31/10/2014	01/11/2014	
N° Obreros	7	7	7	7	7	0	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	-	40.00
Avance diario (m3.)	28.16	28.02	26.09	27.4	25.83	0	135.50
IP-Sem 17:	2.07	hh./m3.					
Semana 18	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	03/11/2014	04/11/2014	05/11/2014	06/11/2014	07/11/2014	08/11/2014	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	27.82	28.16	27.56	26.46	26.13	25.3	161.43
IP-Sem 18:	2.08	hh./m3.					
Semana 19	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	10/11/2014	11/11/2014	12/11/2014	13/11/2014	14/11/2014	15/11/2014	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	27.82	28.45	27.56	26.46	26.13	25.3	161.72
IP-Sem 19:	2.08	hh./m3.					
Semana 20	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	17/11/2014	18/11/2014	19/11/2014	20/11/2014	21/11/2014	22/11/2014	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	27.82	30.02	28.69	28.37	26.13	25	166.03
IP-Sem 20:	2.02	hh./m3.					

Tabla 58. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros I. Fuente: Elaboración Propia

Semana 21	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	24/11/2014	25/11/2014	26/11/2014	27/11/2014	28/11/2014	29/11/2014	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	26.26	29.57	28.32	27	26.78	25.53	163.46
IP-Sem 21:		2.06 hh./m3.					
Semana 22	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	01/12/2014	02/12/2014	03/12/2014	04/12/2014	05/12/2014	06/12/2014	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	25.98	27.45	27.55	25.05	27.65	25.56	159.24
IP-Sem 22:		2.11 hh./m3.					
Semana 23	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	08/12/2014	09/12/2014	10/12/2014	11/12/2014	12/12/2014	13/12/2014	
N° Obreros	0	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	-	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	40.00
Avance diario (m3.)	0	24.89	25.41	24.76	21.84	25.96	122.86
IP-Sem 23:		2.28 hh./m3.					
Semana 24	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	15/12/2014	16/12/2014	17/12/2014	18/12/2014	19/12/2014	20/12/2014	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	24.81	23.52	23.89	22.85	19.4	22.29	136.76
IP-Sem 24:		2.46 hh./m3.					
Semana 25	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	22/12/2014	23/12/2014	24/12/2014	25/12/2014	26/12/2014	27/12/2014	
N° Obreros	7	7	0	0	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	-	-	8.00	8.00	32.00
Avance diario (m3.)	23	21.63	0	0	23.89	25.07	93.59
IP-Sem 25:		2.39 hh./m3.					
Semana 26	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	29/12/2014	30/12/2014	31/12/2014	01/01/2015	02/01/2015	03/01/2015	
N° Obreros	7	7	0	0	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	-	-	8.00	8.00	32.00
Avance diario (m3.)	21.47	22.29	-	-	23.00	21.63	88.39
IP-Sem 26:		2.53 hh./m3.					

Tabla 59. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros 2. Fuente: Elaboración Propia

Semana 27	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	05/01/2015	06/01/2015	07/01/2015	08/01/2015	09/01/2015	10/01/2015	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	23.89	25.07	22.98	22.59	23.00	21.63	139.16
IP-Sem 27:		2.41 hh./m3.					
Semana 28	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	12/01/2015	13/01/2015	14/01/2015	15/01/2015	16/01/2015	17/01/2015	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	23.98	23.80	20.77	20.81	18.47	21.37	129.20
IP-Sem 28:		2.60 hh./m3.					
Semana 29	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	19/01/2015	20/01/2015	21/01/2015	22/01/2015	23/01/2015	24/01/2015	
N° Obreros	7	7	7	7	7	7	7
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (m3.)	23.75	24.65	20.61	18.53	19.31	20.85	127.70
IP-Sem 29:		2.63 hh./m3.					
Semana 30	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	26/01/2015	27/01/2015	28/01/2015	29/01/2015	30/01/2015	31/01/2015	
N° Obreros			5	5	5	5	5
Jornada (h.)			8.00	8.00	8.00	8.00	32.00
Avance diario (m3.)			17.19	15.17	16.31	15.19	63.87
IP-Sem 30:		2.50 hh./m3.					
Semana 31	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	02/02/2015	03/02/2015	04/02/2015	05/02/2015	06/02/2015	07/02/2015	
N° Obreros	5	5					5
Jornada (h.)	8.00	8.00					16.00
Avance diario (m3.)	13.27	15.20					28.47
IP-Sem 31:		2.81 hh./m3.					

Tabla 60. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros 3. Fuente: Elaboración Propia

Partida:	Colocación de acero en muros						
Cuadrilla:	7 Op+ 7 Pe		Cuadrilla Un	1 Op+ 1 Pe			
Rendimiento:	3,360.00	kg.	Rend Unit:	480.00	kg.		
Ratio:	0.038	hh./kg.					
Semana 15	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	13/10/2014	14/10/2014	15/10/2014	16/10/2014	17/10/2014	18/10/2014	
N° Obreros	14	14	14	14	14	14	14
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	3,441.13	3,473.45	3,417.46	3,334.07	3,448.41	3,150.93	20,265.45
IP-Sem 15:	0.033	hh./kg.					
Semana 16	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	20/10/2014	21/10/2014	22/10/2014	23/10/2014	24/10/2014	25/10/2014	
N° Obreros	14	14	14	14	14	14	14
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	3,441.13	3,473.45	3,417.46	3,334.07	3,448.41	3,150.93	20,265.45
IP-Sem 16:	0.033	hh./kg.					
Semana 17	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	27/10/2014	28/10/2014	29/10/2014	30/10/2014	31/10/2014	01/11/2014	
N° Obreros	14	14	14	14	14	0	14
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	-	40.00
Avance diario (kg.)	3,130.83	3,146.92	3,096.18	3,020.64	3,133.03	-	15,527.60
IP-Sem 17:	0.036	hh./kg.					
Semana 18	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	03/11/2014	04/11/2014	05/11/2014	06/11/2014	07/11/2014	08/11/2014	
N° Obreros	14	14	14	14	14	14	14
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	2,872.32	3,137.50	3,120.55	3,082.94	3,049.61	3,130.89	18,393.81
IP-Sem 18:	0.037	hh./kg.					
Semana 19	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	10/11/2014	11/11/2014	12/11/2014	13/11/2014	14/11/2014	15/11/2014	
N° Obreros	14	14	14	14	14	14	14
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	2,878.44	3,166.71	3,114.58	3,077.04	3,043.77	3,124.90	18,405.44
IP-Sem 19:	0.037	hh./kg.					
Semana 20	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	17/11/2014	18/11/2014	19/11/2014	20/11/2014	21/11/2014	22/11/2014	
N° Obreros	14	14	14	14	14	14	14
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	2,872.93	3,168.40	3,149.37	3,112.02	3,028.56	310.52	15,641.80
IP-Sem 20:	0.043	hh./kg.					

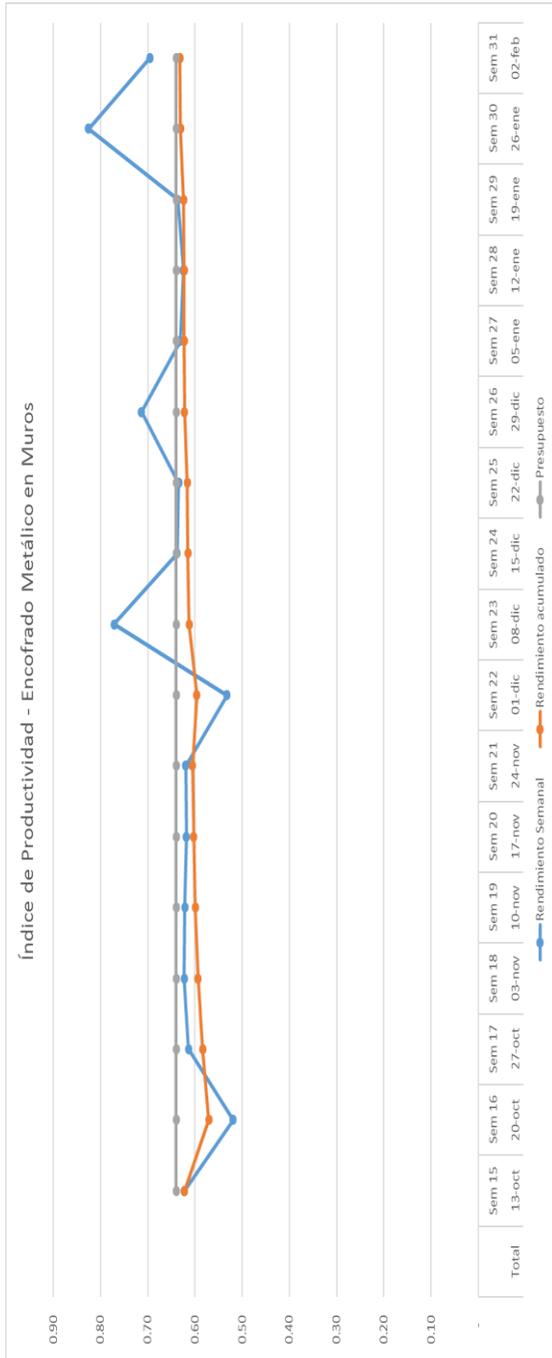
Tabla 61. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros I. Fuente: Elaboración Propia

Semana 21	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	24/11/2014	25/11/2014	26/11/2014	27/11/2014	28/11/2014	29/11/2014	
N° Obreros	14	14	14	14	14	14	14
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	2,841.05	3,174.48	3,156.51	3,106.02	3,003.23	3,114.14	18,395.43
IP-Sem 21:	0.037 hh./kg.						
Semana 22	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	01/12/2014	02/12/2014	03/12/2014	04/12/2014	05/12/2014	06/12/2014	
N° Obreros	14	14	14	14	14	14	14
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	2,845.52	2,704.16	2,745.57	2,692.03	2,732.85	2,734.64	16,454.77
IP-Sem 22:	0.041 hh./kg.						
Semana 23	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	08/12/2014	09/12/2014	10/12/2014	11/12/2014	12/12/2014	13/12/2014	
N° Obreros	0	12	12	12	12	12	12
Jornada (h.)	-	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	40.00
Avance diario (kg.)	-	2,625.78	2,699.78	2,705.38	2,644.48	2,765.78	13,441.20
IP-Sem 23:	0.036 hh./kg.						
Semana 24	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	15/12/2014	16/12/2014	17/12/2014	18/12/2014	19/12/2014	20/12/2014	
N° Obreros	12	12	12	12	12	12	12
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	2,700.53	2,719.09	2,699.25	2,705.84	2,645.09	2,761.12	16,230.92
IP-Sem 24:	0.035 hh./kg.						
Semana 25	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	22/12/2014	23/12/2014	24/12/2014	25/12/2014	26/12/2014	27/12/2014	
N° Obreros	12	12	0	0	12	12	12
Jornada (h.)	8.00	8.00	-	-	8.00	8.00	32.00
Avance diario (kg.)	2,696.26	2,727.47	-	-	2,683.62	2,735.69	10,843.04
IP-Sem 25:	0.035 hh./kg.						
Semana 26	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	29/12/2014	30/12/2014	31/12/2014	01/01/2015	02/01/2015	03/01/2015	
N° Obreros	12	12	0	0	12	12	12
Jornada (h.)	8.00	8.00	-	-	8.00	8.00	32.00
Avance diario (kg.)	2,678.26	2,745.13	-	-	2,680.65	2,711.68	10,815.72
IP-Sem 26:	0.036 hh./kg.						

Tabla 62. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros 2. Fuente: Elaboración Propia

Semana 27	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	05/01/2015	06/01/2015	07/01/2015	08/01/2015	09/01/2015	10/01/2015	
N° Obreros	12	12	12	12	12	12	12
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	2,430.10	2,477.36	2,438.79	2,522.14	2,427.52	2,455.62	14,751.53
IP-Sem 27:	0.039	hh./kg.					
Semana 28	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	12/01/2015	13/01/2015	14/01/2015	15/01/2015	16/01/2015	17/01/2015	
N° Obreros	12	12	12	12	12	12	12
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	2,479.25	2,457.50	2,418.69	2,506.36	2,391.53	2,498.31	14,751.64
IP-Sem 28:	0.039	hh./kg.					
Semana 29	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	19/01/2015	20/01/2015	21/01/2015	22/01/2015	23/01/2015	24/01/2015	
N° Obreros	12	12	12	12	12	12	12
Jornada (h.)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	48.00
Avance diario (kg.)	2,496.21	2,512.87	2,453.44	2,367.60	2,434.79	2,486.73	14,751.64
IP-Sem 29:	0.039	hh./kg.					
Semana 30	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	26/01/2015	27/01/2015	28/01/2015	29/01/2015	30/01/2015	31/01/2015	
N° Obreros			12	12	12	12	12
Jornada (h.)			8.00	8.00	8.00	8.00	32.00
Avance diario (kg.)			2,510.42	2,388.22	2,480.89	2,540.74	9,920.27
IP-Sem 30:	0.039	hh./kg.					
Semana 31	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	02/02/2015	03/02/2015	04/02/2015	05/02/2015	06/02/2015	07/02/2015	
N° Obreros	12	12					12
Jornada (h.)	8.00	8.00					16.00
Avance diario (kg.)	2,594.29	2,237.09					4,831.37
IP-Sem 31:	0.040	hh./kg.					

Tabla 63. Cuadro de productividad operativa de las partidas de colocación de concreto en muros 3. Fuente: Elaboración Propia



Partida:	Encofrado metálico en muros																	
	13-oct	20-oct	27-oct	03-nov	10-nov	17-nov	24-nov	01-dic	08-dic	15-dic	22-dic	29-dic	05-ene	12-ene	19-ene	26-ene	02-feb	
Descripción	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	
hh. Semanal	1,248.00	1,040.00	1,040.00	1,248.00	1,248.00	1,248.00	1,248.00	1,040.00	1,248.00	1,248.00	832.00	936.00	1,248.00	1,248.00	1,248.00	832.00	320.00	
Avance Semanal	2,005.91	2,002.79	1,693.79	2,002.84	2,006.68	2,018.68	2,013.60	1,952.87	1,617.55	1,955.34	1,311.12	1,311.61	1,975.46	1,997.78	1,990.10	944.81	460.14	
hh. Acumulado	1,248.00	2,288.00	3,328.00	4,576.00	5,824.00	7,072.00	8,320.00	9,360.00	10,608.00	11,856.00	12,688.00	13,624.00	14,872.00	16,120.00	17,368.00	18,200.00	18,520.00	
Avance Acumulado	2,005.91	4,008.70	5,702.49	7,705.33	9,712.01	11,730.69	13,744.29	15,697.16	17,314.71	19,270.05	20,581.17	21,892.78	23,868.24	25,866.02	27,866.12	28,770.93	29,231.07	
Rendimiento Semanal	0.622	0.519	0.614	0.623	0.622	0.618	0.620	0.533	0.772	0.638	0.635	0.714	0.632	0.625	0.637	0.881	0.695	
Rendimiento acumulado	0.64	0.622	0.571	0.584	0.594	0.603	0.605	0.596	0.613	0.615	0.616	0.622	0.623	0.623	0.624	0.633	0.634	
hh. Gan./Perd. A la Fecha	42.12	290.24	339.62	379.77	422.39	472.72	519.79	735.80	528.15	537.74	116.81	-1,228.51	-942.38	-758.83	-681.51	-855.07	-825.20	
hh. An./Perd. A Fin de Obra	620.62	2,139.78	1,760.13	1,456.61	1,285.34	1,190.97	1,117.70	1,385.34	901.48	824.73	788.36	616.36	593.26	589.59	561.50	312.62	283.38	

Ilustración 52. Índice de Productividad - Encofrado Metálico en Muros. Fuente: Elaboración

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación los detallaremos a continuación.

4.1. TRABAJO DE GABINETE

ID	DESCRIPCIÓN	METRADO	
		UNID	CANT
NOMBRE DEL PROYECTO: RESIDENCIAL EL ROBLE			
EMPRESA: CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F			
UBICACIÓN: AV. AMÉRICA OESTE N° 382 URB. LOS CEDROS			
ELABORADO: YOSIP TORRES MANOTUPA			
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES		
OE.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES		
OE.1.1.1.1	OFICINAS, CASETA DE GUARDIANA, ALMACÉN	m2.	36.00
OE.1.1.1.2	COMEDORES	m2.	24.00
OE.1.1.1.3	SERVICIOS HIGIÉNICOS	m2.	6.00
OE.1.1.2	INSTALACIONES PROVISIONALES		
OE.1.1.2.1	AGUA PARA CONSTRUCCIÓN	glb.	1.00
OE.1.1.2.2	DESAGÜE PARA CONSTRUCCIÓN	glb.	1.00
OE.1.1.2.3	ENERGÍA ELÉCTRICA PROVISIONAL	glb.	1.00
OE.1.1.2.4	INSTALACIÓN DE VOZ DATA PROVISIONAL	glb.	1.00
OE.1.1.3	TRABAJOS PRELIMINARES		
OE.1.1.3.1	ELIMINACIÓN DE MATERIAL SUELTO	m3.	78.00
OE.1.1.3.2	DEMOLICIONES	m2.	120.00
OE.1.1.3.3	ELIMINACIÓN DE DEMOLICIONES	m3.	45.00
OE.1.1.3.4	LIMPIEZA DE TERRENO	m2.	1,548.15
OE.1.1.3.5	TRAZO, NIVELES Y REPLANTERO PRELIMINAR	m2.	1,394.54
OE.1.1.3.6	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2.	10,433.80
OE.1.1.4	SEGURIDAD Y SALUD		
OE.1.1.4.1	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SST	glb.	1.00
OE.1.1.4.2	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE OBRA	glb.	1.00
OE.1.1.4.3	CHARLAS EN SEGURIDAD Y SALUD	u.	6.00
OE.1.1.4.4	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (Epp's)	u.	40.00
OE.1.1.4.5	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA		
OE.1.1.4.5.1	SISTEMA ANTICAIDAS	m.	180.00
OE.1.1.4.5.2	SISTEMA DE ACORDONAMIENTO	m.	1,680.00
OE.2	ESTRUCTURAS		
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
OE.2.1.1	EXCAVACIONES MASIVAS		
OE.2.1.1.1	EXCAVACIÓN DE ZAPATA DE TORRE-GRÚA	m3.	43.75
OE.2.1.1.2	EXCAVACIÓN DE CISTERNA	m3.	457.02
OE.2.1.1.3	EXCAVACIÓN MASIVA DE EDIFICIOS	m3.	2,268.00
OE.2.1.2	EXCAVACIONES SIMPLES		
OE.2.1.2.1	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN	m3.	150.91
OE.2.1.2.2	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA MUROS PERIMÉTRICOS	m3.	22.16
OE.2.1.3	RELLENOS		
OE.2.1.3.1	RELLENOS CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3.	972.00
OE.2.1.3.2	NIVELACIÓN INTERIOR, APISONADO MANUAL	m2.	900.00
OE.2.1.3.3	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3.	3,322.52
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
OE.2.2.1	CALZADURAS, CONCRETO f'c=175kg/cm2	m3.	72.75
OE.2.2.2	CALZADURAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	145.50
OE.2.2.3	SOLADO E=4", CONCRETO	m2.	232.16
OE.2.2.4	FALSO PISO MEZCLA C:H e=4"	m2.	38.14
OE.2.2.5	SOBRECIMIENTO, CONCRETO f'c=175kg/cm2	m3.	67.20
OE.2.2.6	SOBRECIMIENTO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	96.00
OE.2.2.7	SARDINELES VEHICULARES	m.	101.00
OE.2.2.8	VEREDAS, CONCRETO f'c=175kg/cm2	m2.	110.25

Tabla 64. Metrado de Obra Parte 1. Fuente: Elaboración Propia

NOMBRE DEL PROYECTO:	RESIDENCIAL EL ROBLE		
EMPRESA:	CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F		
UBICACIÓN:	AV. AMÉRICA OESTE N° 382 URB. LOS CEDROS		
ELABORADO:	YOSIP TORRES MANOTUPA		
ID	DESCRIPCIÓN	METRADO	
		UNID	CANT
OE.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
OE.2.3.1	ZAPATA TORRE-GRÚA		
OE.2.3.1.1	ZAPATA TORRE-GRÚA, CONCRETO f'c=280kg/cm2	m3.	43.00
OE.2.3.1.2	ZAPATA TORRE-GRÚA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	33.00
OE.2.3.1.3	ZAPATA TORRE-GRÚA, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	kg.	1,732.36
OE.2.3.2	CISTERNA		
OE.2.3.2.1	CISTERNA, CONCRETO f'c=210kg/cm2	m3.	86.74
OE.2.3.2.2	CISTERNA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	498.82
OE.2.3.2.3	CISTERNA, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	kg.	6,142.35
OE.2.3.3	PLATEA DE CIMENTACIÓN		
OE.2.3.3.1	PLATEA DE CIMENTACIÓN, CONCRETO f'c=280kg/cm2	m3.	589.00
OE.2.3.3.2	PLATEA DE CIMENTACIÓN, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	150.00
OE.2.3.3.3	PLATEA DE CIMENTACIÓN, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	kg.	41,497.81
OE.2.3.4	VIGAS DE CIMENTACIÓN		
OE.2.3.4.1	VIGAS DE CIMENTACIÓN, CONCRETO f'c=280kg/cm2	m3.	31.00
OE.2.3.4.2	VIGAS DE CIMENTACIÓN, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	kg.	2,184.10
OE.2.3.5	COLUMNAS Y PLACAS		
OE.2.3.5.1	COLUMNAS Y PLACAS, CONCRETO f'c=210kg/cm2	m3.	2,452.21
OE.2.3.5.2	COLUMNAS Y PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	31,894.64
OE.2.3.5.3	COLUMNAS Y PLACAS, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	kg.	264,544.83
OE.2.3.6	VIGAS		
OE.2.3.6.1	VIGAS, CONCRETO f'c=210kg/cm2	m3.	24.68
OE.2.3.6.2	VIGAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	387.12
OE.2.3.6.3	VIGAS, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	kg.	8,403.13
OE.2.3.7	LOSA MACIZA		
OE.2.3.7.1	LOSA MACIZA, CONCRETO f'c=210kg/cm2	m3.	1,466.38
OE.2.3.7.2	LOSA MACIZA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	9,779.60
OE.2.3.7.3	LOSA MACIZA, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	kg.	86,608.90
OE.2.3.8	ESCALERA		
OE.2.3.8.1	ESCALERA, CONCRETO f'c=210kg/cm2	m3.	24.26
OE.2.3.8.2	ESCALERA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	14.00
OE.2.3.8.3	ESCALERA, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	kg.	6,976.48
OE.2.3.9	TANQUE ELEVADO		
OE.2.3.9.1	TANQUE ELEVADO, CONCRETO f'c=210kg/cm2	m3.	40.98
OE.2.3.9.2	TANQUE ELEVADO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	377.58
OE.2.3.9.3	TANQUE ELEVADO, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	kg.	4,420.93
OE.2.3.10	RECONSTRUCCIÓN DE TECHO DE CANAL		
OE.2.3.10.1	RECONSTRUCCIÓN DE TECHO DE CANAL, CONCRETO f'c=175kg/cm2	m3.	12.90
OE.2.3.10.2	RECONSTRUCCIÓN DE TECHO DE CANAL, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2.	64.50
OE.2.3.10.3	RECONSTRUCCIÓN DE TECHO DE CANAL, ACERO Fy=4,200 kg/cm2	kg.	1,794.39

Tabla 65. Metrado de Obra Parte 2. Fuente: Elaboración Propia

NOMBRE DEL PROYECTO:	RESIDENCIAL EL ROBLE		
EMPRESA:	CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F		
UBICACIÓN:	AV. AMÉRICA OESTE N° 382 URB. LOS CEDROS		
ELABORADO:	YOSIP TORRES MANOTUPA		
ID	DESCRIPCIÓN	METRADO	
		UNID	CANT
OE.3	ARQUITECTURA		
OE.3.1	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA		
OE.3.1.1	MURO KK SOGA 18 HUECOS, 0.9 m. X 12.5 m. X 23.2 m., 1:5, J=1.5 cm.	m2.	792.48
OE.3.2	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS		
OE.3.2.1	TARRAJEO EN INTERIORES, 1:5, E=1.5 cm.	m2.	1,206.72
OE.3.2.2	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE, 1:5, E=1.5 cm.	m2.	112.00
OE.3.2.3	VESTIDURAS DE DERRAMES, 1:5, E=1.5 cm.	m.	714.00
OE.3.2.4	BRUÑAS	m.	367.20
OE.3.2.5	OCHAVOS, 1:5, E=1.5 cm.	u.	612.00
OE.3.2.6	SOLAQUEO DE MUROS INTERIORES	m2.	25,172.33
OE.3.2.7	SOLAQUEO DE MUROS EXTERIORES	m2.	7,099.89
OE.3.2.8	SOLAQUEO LOSAS	m2.	10,166.72
OE.3.3	PISOS Y PAVIMENTOS		
OE.3.3.1	CONTRAPISOS 40 mm.	m2.	9,093.11
OE.3.3.2	PISOS PULIDOS	m2.	300.00
OE.3.3.2	PISOS CERÁMICO		
OE.3.3.2.1	PISO PORCELANATO SIMILAR URBAN BEIGE 0.60 m. X 0.60 m.	m2.	6,415.58
OE.3.3.2.2	PISO CERÁMICO SIMILAR CEMENTO MARRÓN 0.45 m. X 0.45 m.	m2.	3682.0795
OE.3.3.2.3	PISO CERÁMICO SIMILAR PIAVE NEGRO 0.45 m. X 0.45 m.	m2.	1673.6725
OE.3.3.3	ZÓCALOS Y CONTRAZÓCALOS		
OE.3.3.3.1	ZÓCALOS		
OE.3.3.3.1.1	ZÓCALO CERÁMICO SIMILAR AMÉRICA BLANCO 0.30 m. X 0.30 m.	m2.	803.36
OE.3.3.3.1.2	ZÓCALO CERÁMICO SIMILAR CEMENTO GRIS PLATA 0.45 m. X 0.45 m.	m2.	535.58
OE.3.3.3.2	CONTRAZÓCALOS		
OE.3.3.3.2.1	CONTRAZÓCALO MADERA CAPIRONA H=0.08 m.	m.	6,834.00
OE.3.3.3.2.2	CONTRAZÓCALO CERÁMICO SIMILAR AMÉRICA BLANCO H=0.10 m.	m.	2,982.27
OE.3.3.3.3	PREPARACIÓN DE GRADAS DE CONCRETO Y DESCANSOS		
OE.3.3.3.3.1	PASOS DE ESCALERAS	u.	210.00
OE.3.4	COBERTURAS		
OE.3.4.1	COBERTURA DE TORTA DE BARRO	m2.	900.00
OE.3.4.2	LADRILLO PASTELERO SOBRE TORTA DE BARRO	m2.	900.00
OE.3.4.3	MATERIAL IMPERMEABILIZANTE	m2.	900.00
OE.3.5	CARPINTERÍA DE MADERA		
OE.3.5.1	PUERTAS MACIZA CEDRO, 4 cm., 1.00 m. x 2.10 m.	u.	100.00
OE.3.5.2	PUERTAS CONTRAPLACADAS, 4 cm. TRIPLAY, 0.90 m. X 2.10 m.	u.	615.00
OE.3.5.3	PUERTAS CORTAFUEGO, 4 cm. TRIPLAY, 1.00 m. X 2.10 m.	u.	15.00
OE.3.5.4	JUEGOS INFANTILES	u.	1.00
OE.3.6	CARPINTERÍA METÁLICA Y HERRERÍA		
OE.3.6.1	REJAS EXTERIORES	m.	75.50
OE.3.6.2	PUERTAS DE INGRESO	u.	2.00
OE.3.6.3	BARANDAS DE DEPARTAMENTOS H=1.00 m.	m.	380.00
OE.3.6.4	BARANDAS DE ESCALERAS H=1.00 m.	u.	14.00
OE.3.6.5	ESCALERAS DE GATO	u.	2.00
OE.3.6.6	ESCOTILLAS	u.	2.00
OE.3.6.7	PUERTAS CORTAFUEGO	u.	15.00

Tabla 66. Metrado de Obra Parte 3. Fuente: Elaboración Propia

NOMBRE DEL PROYECTO:	RESIDENCIAL EL ROBLE		
EMPRESA:	CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F		
UBICACIÓN:	AV. AMÉRICA OESTE N° 382 URB. LOS CEDROS		
ELABORADO:	YOSIP TORRES MANOTUPA		
ID	DESCRIPCIÓN	METRADO	
		UNID	CANT
OE.3.7	CERRAJERIA		
OE.3.7.1	CHAPAS DE PUERAS PRINCIPALES	u.	100.00
OE.3.7.2	CHAPAS DE PERILLA	u.	615.00
OE.3.7.3	BISAGRAS 4" (PRINCIPALES)	u.	500.00
OE.3.7.4	BISAGRAS 3 1/2" (CONTRAPLACADAS)	u.	2,520.00
OE.3.7.5	BRAZOS HIDRÁULICOS	u.	30.00
OE.3.8	PINTURA		
OE.3.8.1	INTERIORES		
OE.3.8.1.1	SELLADO	m2.	37,403.95
OE.3.8.1.2	EMPASTE 1ERA MANO	m2.	37,403.95
OE.3.8.1.3	PINTURA PRIMERA MANO	m2.	37,403.95
OE.3.8.1.4	PINTURA SEGUNDA MANO	m2.	37,403.95
OE.3.8.1.5	DESMANCHE	m2.	37,403.95
OE.3.8.2	EXTERIORES		
OE.3.8.2.1	SELLADO	m2.	5,763.90
OE.3.8.2.2	EMPASTE 1ERA MANO	m2.	5,763.90
OE.3.8.2.3	PINTURA PRIMERA MANO	m2.	5,763.90
OE.3.8.2.4	PINTURA SEGUNDA MANO	m2.	5,763.90
OE.3.8.2.5	DESMANCHE	m2.	5,763.90
OE.3.9	VIDRIO		
OE.3.9.1	VIDRIO 6mm	p2.	8,002.37
OE.3.9.2	VIDRIO 8mm	p2.	6,459.43
OE.3.9.3	VIDRIO PAVONADA 6mm	p2.	1,132.63
OE.3.9.4	VIDRIO PAVONADA 8mm	p2.	6,512.76
OE.3.9.5	VENTANA DE BAÑOS	u.	321.00
OE.3.9.6	FRESQUILLAS	u.	617.00
OE.3.10	CARPINTERIA DE MELAMINA		
OE.3.10.1	REPOSTEROS BAJO MESÓN	u.	101.00
OE.3.10.2	CLOSETS PRINCIPALES	u.	100.00
OE.3.10.3	CERRAMIENTO MEDIDORES AGUA	u.	30.00
OE.3.10.4	CERRAMIENTO DUCTO ELÉCTRICO	u.	30.00
OE.3.10.5	MUEBLE DE RECEPCIÓN	u.	1.00
OE.3.11	DRWWALL		
OE.3.11.1	CERRAMIENTO DE ASCENSOR	u.	30.00
OE.3.11.2	DUCTOS DE AGUA	u.	30.00
OE.3.11.3	DUCTOS ELÉCTRICOS	u.	30.00
OE.3.11.4	ESTRUCTURA ZONA SOCIAL	u.	1.00
OE.3.11.5	ESTRUCTURA GUARDERIA	u.	1.00

Tabla 67. Metrado de Obra Parte 4. Fuente: Elaboración Propia

NOMBRE DEL PROYECTO:	RESIDENCIAL EL ROBLE		
EMPRESA:	CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F		
UBICACIÓN:	AV. AMÉRICA OESTE N° 382 URB. LOS CEDROS		
ELABORADO:	YOSIP TORRES MANOTUPA		
ID	DESCRIPCIÓN	METRADO	
		UNID	CANT
OE.4	INSTALACIONES SANITARIAS		
OE.4.1	APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS		
OE.4.1.1	SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS		
OE.4.1.1.1	INODORO	u.	268.00
OE.4.1.1.2	LAVATORIO	u.	196.00
OE.4.1.1.3	LAVARROPA	u.	92.00
OE.4.1.1.4	LAVAPLATOS	u.	92.00
OE.4.1.1.5	REGISTROS	u.	336.00
OE.4.1.1.6	SUMIDEROS	u.	452.00
OE.4.1.2	SUMINISTROS DE ACCESORIOS		
OE.4.1.2.1	KIT PAPELERA, JABONERA, Y GANCHO DOBLE DE LOSA	u.	196.00
OE.4.1.3	INSTALACIÓN DE APARATOS SANITARIOS	u.	648.00
OE.4.1.4	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	u.	196.00
OE.4.2	SISTEMA DE AGUA FRÍA		
OE.4.2.1	SALIDAS DE AGUA FRÍA		
OE.4.2.1.1	SALIDAS DE AGUA FRÍA 1/2"	pto.	1,161.00
OE.4.2.2	RED DE ALIMENTACIÓN		
OE.4.2.2.1	TUBERIA PCV 1/2"	m.	1,475.00
OE.4.2.2.2	TUBERIA PCV 3/4"	m.	632.00
OE.4.2.2.3	TUBERIA PCV 1"	m.	422.00
OE.4.2.2.4	TUBERIA PCV 2" (IMPULSIÓN)	m.	105.50
OE.4.2.3	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA FRÍA		
OE.4.2.3.1	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA FRÍA GLOBAL	g/lb.	
OE.4.2.4	VÁLVULAS		
OE.4.2.4.1	VÁLVULAS 1/2"	u.	870.00
OE.4.2.4.2	MESCLADORAS DE DUCHA	u.	204.00
OE.4.3	SISTEMA DE AGUA CALIENTE		
OE.4.3.1	SALIDAS DE AGUA CALIENTE		
OE.4.3.1.1	SALIDAS DE AGUA CALIENTE 1/2"	pto	503.00
OE.4.3.2	RED DE ALIMENTACIÓN		
OE.4.3.2.1	TUBERIA PCV 1/2"	m.	1,236.00
OE.4.3.3	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA CALIENTE		
OE.4.3.3.1	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA CALIENTE GLOBAL	g/lb.	1.00
OE.4.3.4	VÁLVULAS		
OE.4.3.4.1	VÁLVULAS 1/2"	pto	203.00
OE.4.4	DESAGÜE Y VENTILACIÓN		
OE.4.4.1	SALIDAS DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN		
OE.4.4.1	PUNTOS DE DESAGÜE	pto	1,987.00
OE.4.4.2	PUNTOS DE VENTILACIÓN	pto	335.00
OE.4.4.3	RED DE MONTANTES Y COLECTORAS		
OE.4.4.3.1	TUBERIA PVC SAP 6" (ENTERRADA)	m.	100.00
OE.4.4.3.2	TUBERIA PVC- L 4" (EMPOTRADA Y ENTERRADA)	m.	39.00
OE.4.4.3.3	TUBERIA PVC- L 3" (EMPOTRADA Y ENTERRADA)	m.	69.00
OE.4.4.3.4	TUBERIA PVC- L 2" (VENTILACIÓN)	m.	37.00

Tabla 68. Metrado de Obra Parte 5. Fuente: Elaboración Propia

NOMBRE DEL PROYECTO:	RESIDENCIAL EL ROBLE		
EMPRESA:	CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F		
UBICACIÓN:	AV. AMÉRICA OESTE N° 382 URB. LOS CEDROS		
ELABORADO:	YOSIP TORRES MANOTUPA		
ID	DESCRIPCIÓN	METRADO	
		UNID	CANT
OE.4.4.4	ACCESORIOS Y ADITAMIENTOS RED MONTANTES / COLECTORAS		
OE.4.4.4.1	ACCESORIOS Y ADITAMIENTOS RED MONTANTES / COLECTORAS GLOBAL	glb.	1.00
OE.4.4.4.18	REGISTRO DE BRONCE DE 4"	u.	336.00
OE.4.4.4.19	SUMIDERO DE 2"	u.	452.00
OE.4.5	CISTERNA		
OE.4.5.1	ROMPEAGUAS	u.	4.00
OE.4.5.2	VALVULA DE GLOBO DE BRONCE DE 1 1/2"	u.	1.00
OE.4.5.3	VÁLVULA FLOTADORA 1 1/2"	u.	2.00
OE.4.6	TANQUE ELEVADO		
OE.4.6.1	ACCESORIOS TANQUE ELEVADO	glb.	4.00
OE.4.7	CÁMARAS DE INSPECCIÓN		
OE.4.7.1	CAJA DE REGISTRO DE DESAGÜE 0.30x0.60m	u.	6.00
OE.4.7.2	CAJA DE REGISTRO DE DESAGÜE 0.60x0.60m	u.	14.00
OE.4.7.3	BUZONES	u.	2.00
OE.4.8	SISTEMA CONTRA INCENDIO		
OE.4.8.1	REDES DE ALIMENTACIÓN	glb.	1.00
OE.4.8.2	ACCESORIOS	glb.	1.00
OE.4.8.3	SUMINISTRO E INSTALACIONES DE GABINETES CONTRA INCENDIO	glb.	1.00
OE.4.8.4	VÁLVULAS DE SISTEMA CONTRA INCENDIO	glb.	1.00
OE.5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS		
OE.5.1	SALIDA PARA ELECTRICIDAD Y FUERZA		
OE.5.1.1	SALIDAS DE ILUMINACIÓN		
OE.5.1.1.1	SALIDA DE CENTRO DE LUZ	pto.	1,553.00
OE.5.1.1.2	SALIDA DE BRAQUETE	pto.	274.00
OE.5.1.1.3	SALIDA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	pto.	40.00
OE.5.1.2	SALIDAS DE TOMACORRIENTE		
OE.5.1.2.1	SALIDA PARA TOMACORRIENTE BIPOLARES DOBLES SIMPLES	pto.	2,153.00
OE.5.1.3	SALIDA DE FUERZA		
OE.5.1.3.1	SALIDA DE FUERZA PARA THERMA	pto.	100.00
OE.5.1.3.2	SALIDA DE FUERZA PARA BOMBAS ALTERNADAS	pto.	2.00

Tabla 69. Metrado de Obra Parte 6. Fuente: Elaboración Propia

NOMBRE DEL PROYECTO:	RESIDENCIAL EL ROBLE		
EMPRESA:	CORPORACIÓN INMOBILIARIA F&F		
UBICACIÓN:	AV. AMÉRICA OESTE N° 382 URB. LOS CEDROS		
ELABORADO:	YOSIP TORRES MANOTUPA		
ID	DESCRIPCIÓN	METRADO	
		UNID	CANT
OE.5.2	SALIDA PARA COMUNICACIONES Y SEÑALES		
OE.5.2.1	SALIDA DE TELÉFONO	pto.	204.00
OE.5.2.2	SALIDA TV CABLE	pto.	400.00
OE.5.2.3	SALIDA PARA INTERCOMUNICADOR	pto.	204.00
OE.5.2.4	SALIDA PARA LUZ DE EMERGENCIA	pto.	105.00
OE.5.2.5	SALIDA PARA DETECTOR DE HUMO	pto.	267.00
OE.5.2.6	SALIDA PARA DATA	pto.	104.00
OE.5.3	CANALIZACIONES Y/O TUBERIAS		
OE.5.3.1	CANALIZACIONES Y/O TUBERIAS GLOBAL	glb.	80.00
OE.5.4	CONDUCTORES Y/O CABLES		
OE.5.4.1	CONDUCTORES Y/O CABLES GLOBAL	glb.	91.00
OE.5.5	CAJAS DE PASO		
OE.5.5.1	CAJA DE PASO FG-L- 100 X 100 X 75	u.	15.00
OE.5.5.2	CAJA DE PASO FG-L- 100 X 100 X 50	u.	15.00
OE.5.6	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN		
OE.5.6.1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN CAJA METÁLICA CON 12 POLOS	pza.	104.00
OE.5.7	INTERRUPTORES THERMOMAGNÉTICOS		
OE.5.7.1	INTERRUPTORES THERMOMAGNÉTICOS GLOBAL	glb.	83.00
OE.5.8	INTERRUPTORES, TOMACORRIENTE, SEÑALES Y COMUNICACIÓN		
OE.5.8.1	INTERRUPTOR SIMPLE	u.	625.00
OE.5.8.2	INTERRUPTOR DOBLE	u.	24.00
OE.5.8.3	INTERRUPTOR DE CONMUTACIÓN SIMPLE	u.	122.00
OE.5.8.4	INTERRUPTOR DE CONMUTACIÓN DOBLE	u.	142.00
OE.5.8.5	TOMACORRIENTE SIMPLE	u.	858.00
OE.5.8.6	TOMACORRIENTE DOBLE	u.	180.00
OE.5.8.7	TOMACORRIENTE DOBLE/TIERRA	u.	360.00
OE.5.8.8	TOMA DE TELÉFONO	u.	122.00
OE.5.8.9	TOMA DE TV-CABLE	u.	180.00
OE.5.9	SISTEMA POZO A TIERRA		
OE.5.9.1	POZO A TIERRA	glb.	7.00
OE.5.10	EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS		
OE.5.10.1	ASCENSORES	u.	2.00

Tabla 70. Metrado de Obra Parte 7. Fuente: Elaboración Propia

CÁLCULO DE TIEMPOS DE CICLO DE LA TORRE-GRÚA

Nota: El movimiento Vertical 1 y el Movimiento de rotación se ha considerado que ambos movimientos se hacen en SIMULTÁNEO, por la tanto se ha considerado SOLO el mayor de ambos.

PISO	CICLO (MIN)	VOLUMEN POR SECTOR (M3)	CAPACIDAD BALDE (M3)	TOTAL CICLOS (UND)	TIEMPO TOTAL (H)
3.00	7.12	26.86	0.65	45.00	4.98
6.00	7.46	27.09	0.65	46.00	5.22
9.00	7.80	25.98	0.65	44.00	5.20
12.00	8.14	22.75	0.65	38.00	4.75
15.00	8.49	19.40	0.65	33.00	4.25

Tabla 71. Resumen del tiempo total por ciclo en la Partida Colocación de Concreto en Muros. Fuente: Elaboración Propia

INICIO	FIN	HORAS	ACTIVIDAD
07:30	08:30	1.00	TRANSPORTE DE ACERO PARA ELEMENTOS VERTICALES
08:30	09:30	1.00	TRANSPORTE DE ENCOFRADOS, CEMENTO Y AGREGADOS
09:30	12:00	2.50	TRANSPORTE DE CONCRETO PARA ELMENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES
12:00	12:30	0.50	REFRIGERIO
12:30	17:00	4.50	TRANSPORTE DE CONCRETO PARA ELMENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES

Tabla 72. Resumen de Horarios de Torre-Grúa. Fuente: Elaboración Propia

4.2. DE LA IMPLEMENTACIÓN

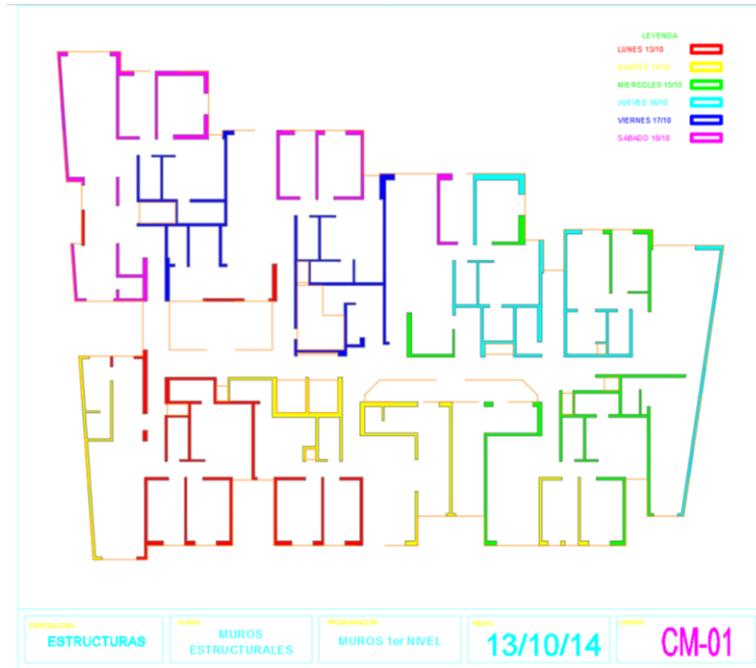


Ilustración 53. Sectorización de Muros Nivel 1. Fuente: Elaboración Propia

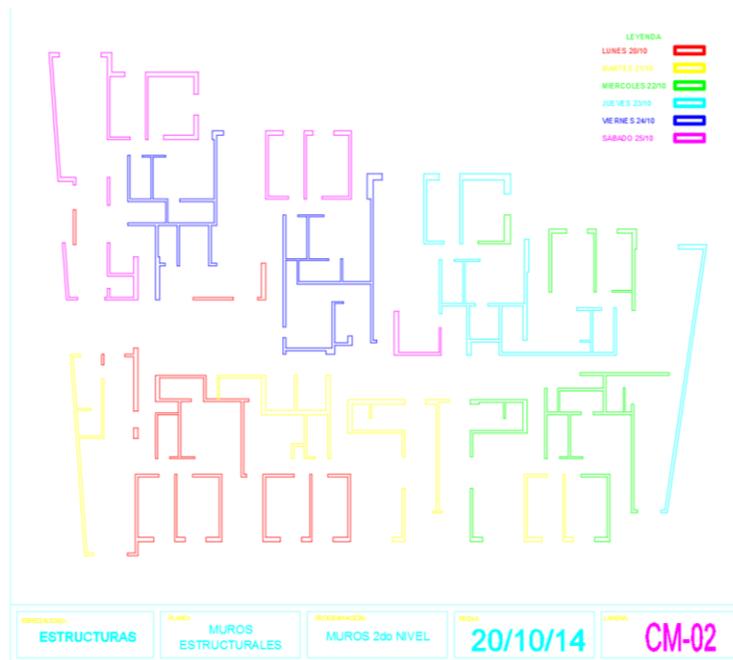


Ilustración 54. Sectorización de Muros Nivel 2. Fuente: Elaboración Propia

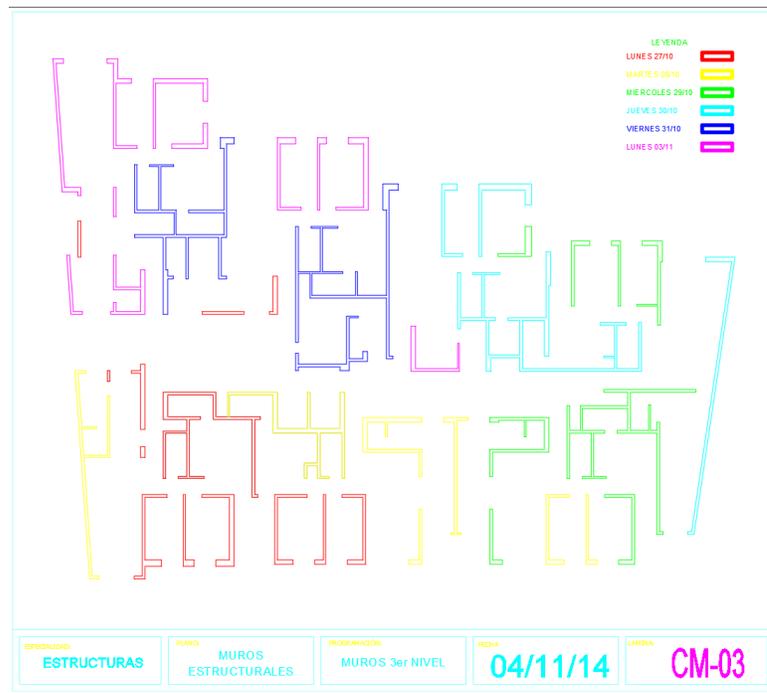


Ilustración 55. Sectorización de Muros Nivel 3. Fuente: Elaboración Propia

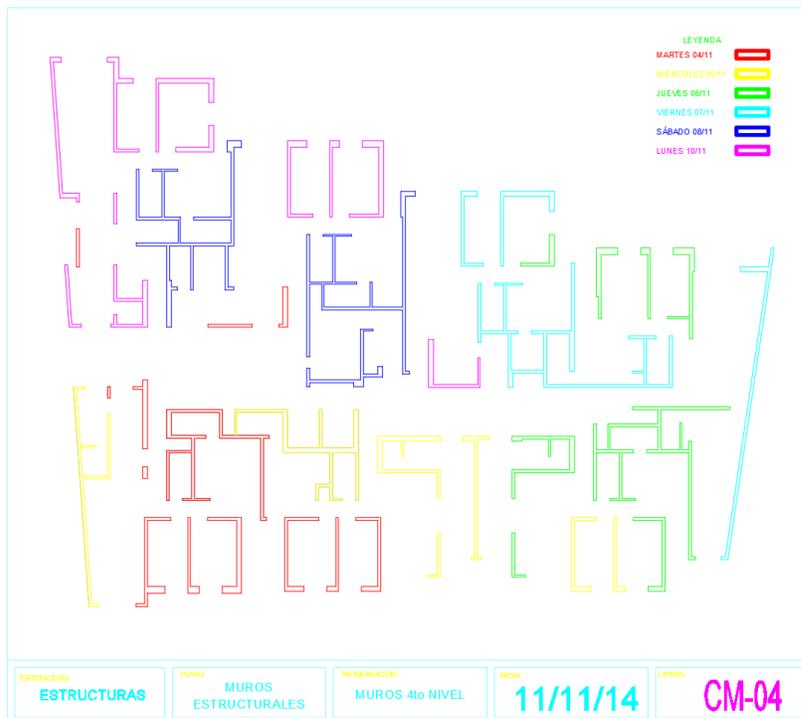


Ilustración 56. Sectorización de Muros Nivel 4. Fuente: Elaboración Propia

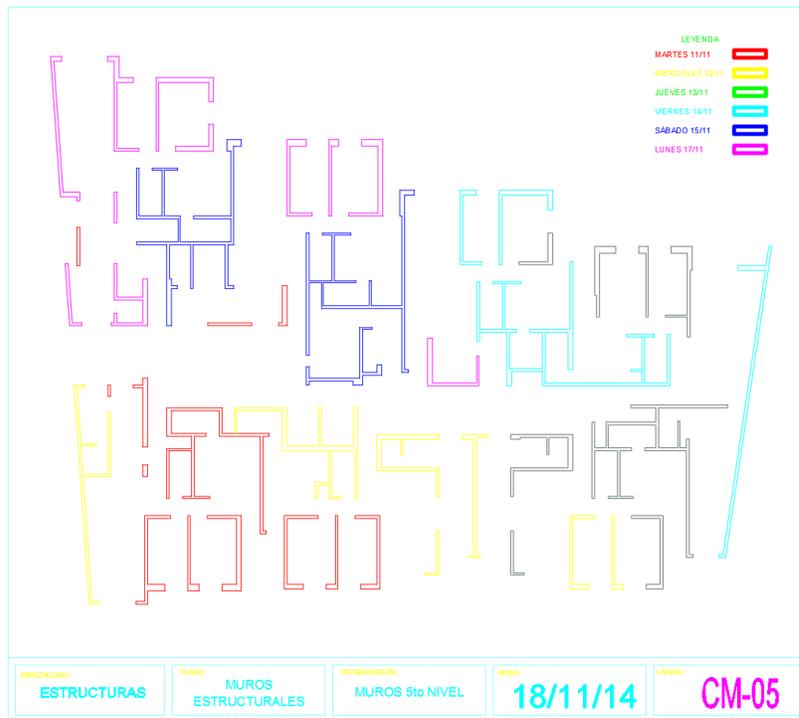


Ilustración 57. Sectorización de Muros Nivel 5. Fuente: Elaboración Propia

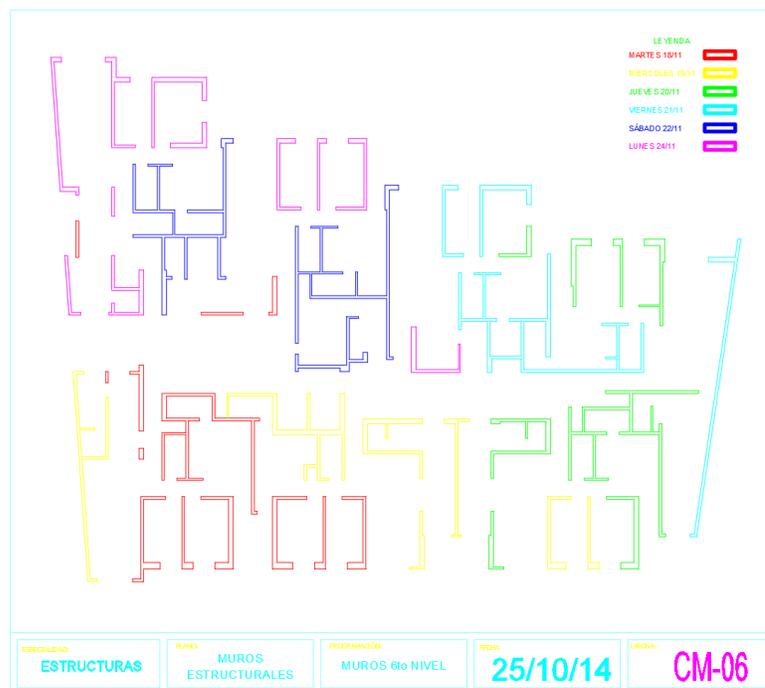


Ilustración 58. Sectorización de Muros Nivel 6. Fuente: Elaboración Propia

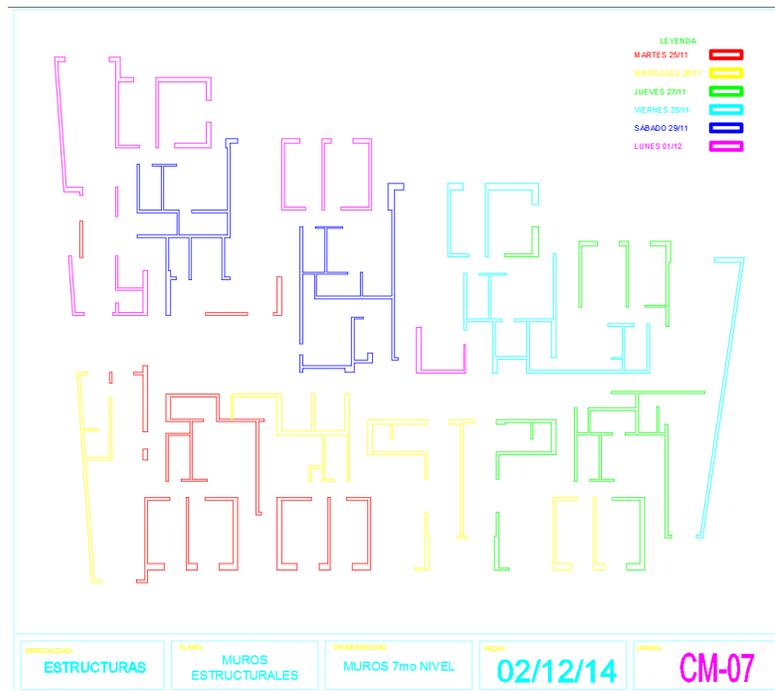


Ilustración 59. Sectorización de Muros Nivel 7. Fuente: Elaboración Propia

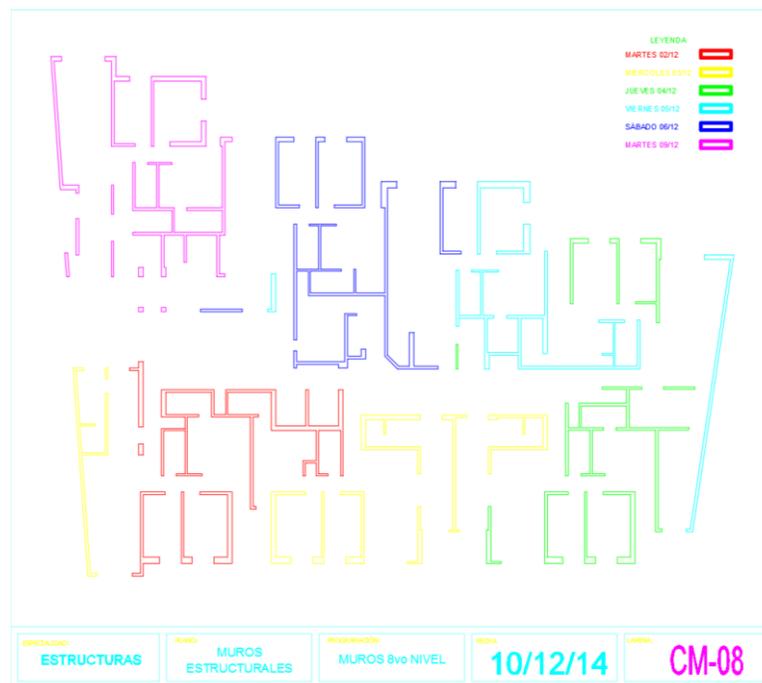


Ilustración 60. Sectorización de Muros Nivel 8. Fuente: Elaboración Propia

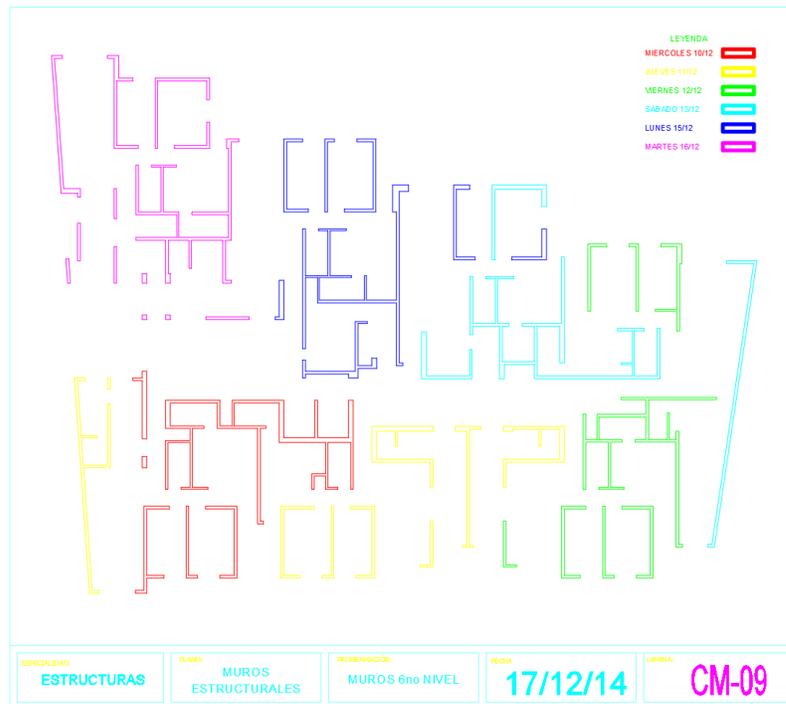


Ilustración 61. Sectorización de Muros Nivel 9. Fuente: Elaboración Propia

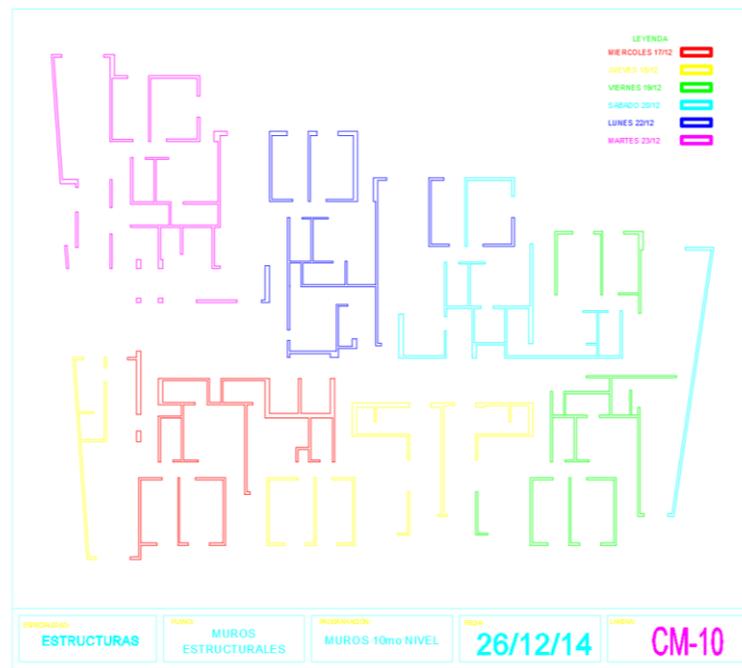


Ilustración 62. Sectorización de Muros Nivel 10. Fuente: Elaboración Propia

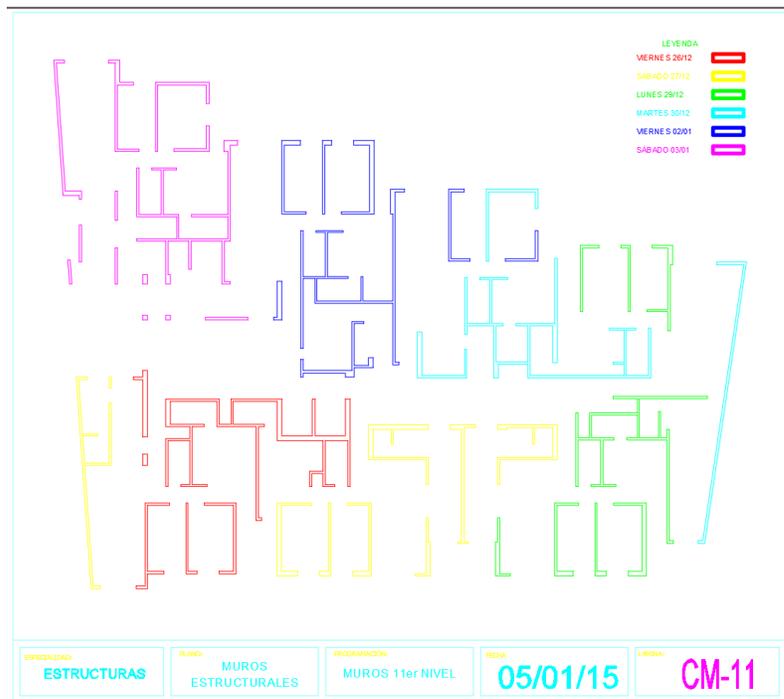


Ilustración 63. Sectorización de Muros Nivel 11. Fuente: Elaboración Propia

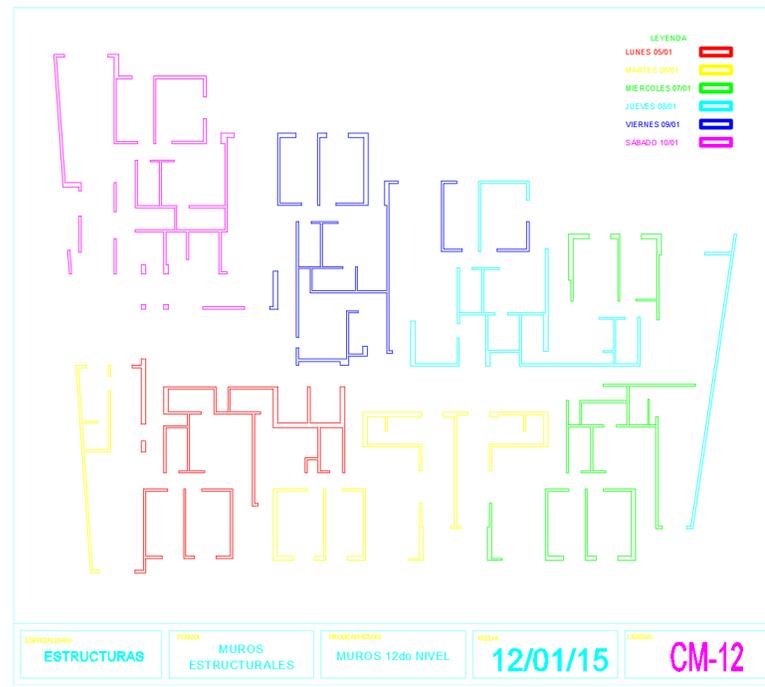


Ilustración 64. Sectorización de Muros Nivel 12. Fuente: Elaboración Propia

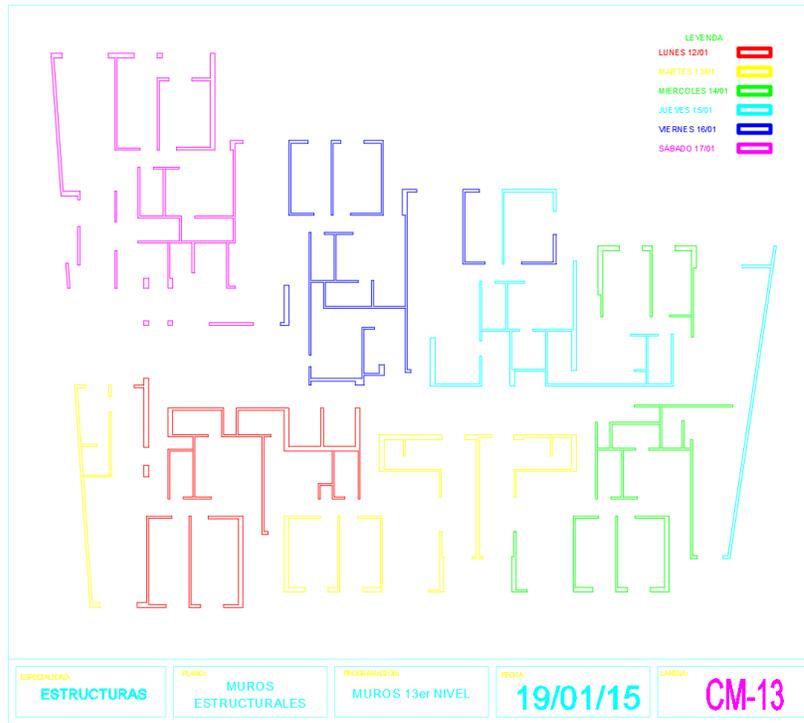


Ilustración 65. Sectorización de Muros Nivel 13. Fuente: Elaboración Propia

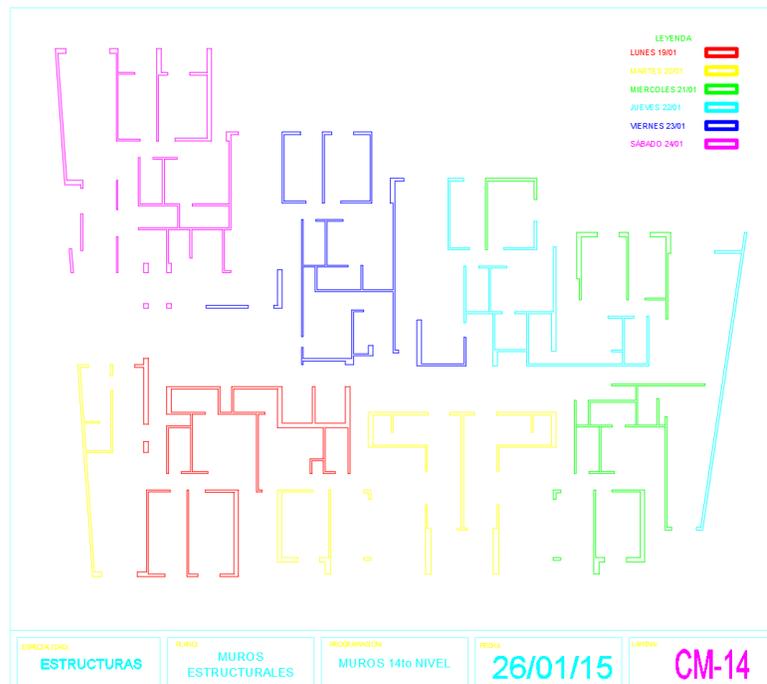


Ilustración 66. Sectorización de Muros Nivel 14. Fuente: Elaboración Propia

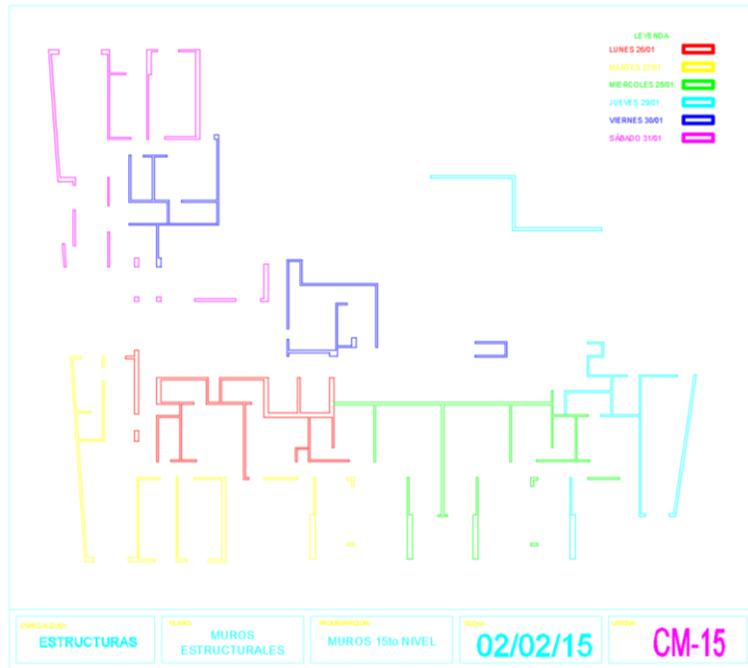


Ilustración 67. Sectorización de Muros Nivel 15. Fuente: Elaboración Propia

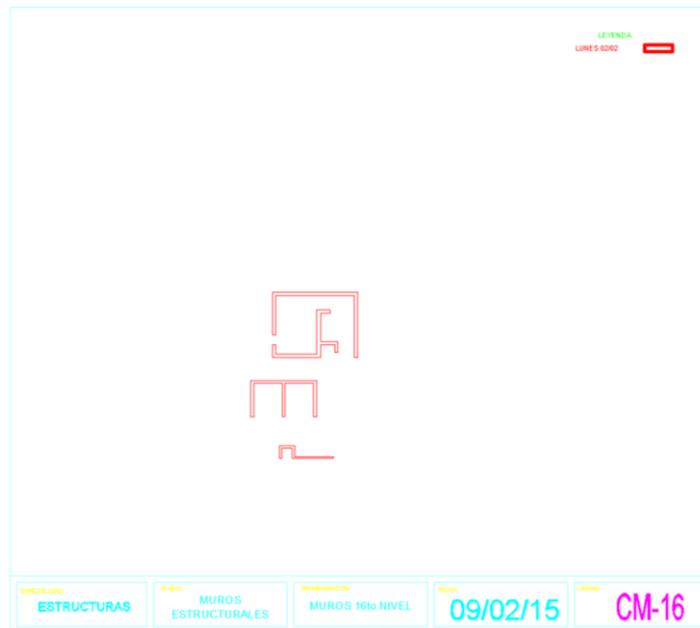


Ilustración 68. Sectorización de Muros Nivel 16. Fuente: Elaboración Propia

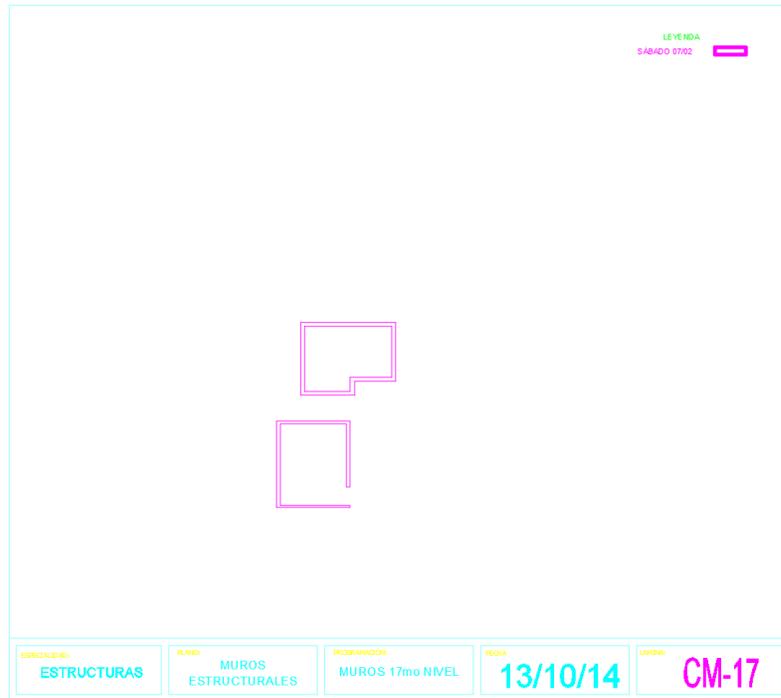


Ilustración 69. Sectorización de Muros Nivel 17. Fuente: Elaboración Propia

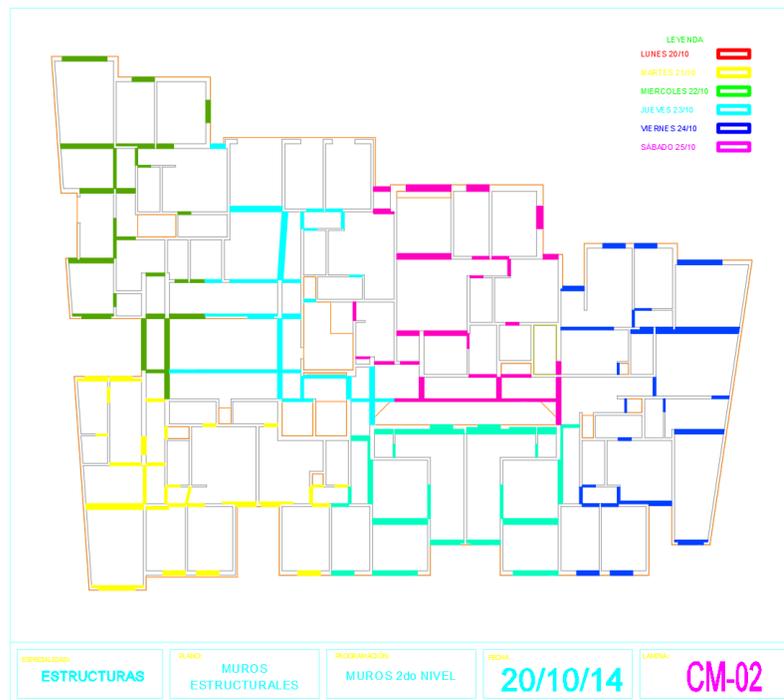


Ilustración 70. Sectorización de Vigas. Fuente: Elaboración Propia

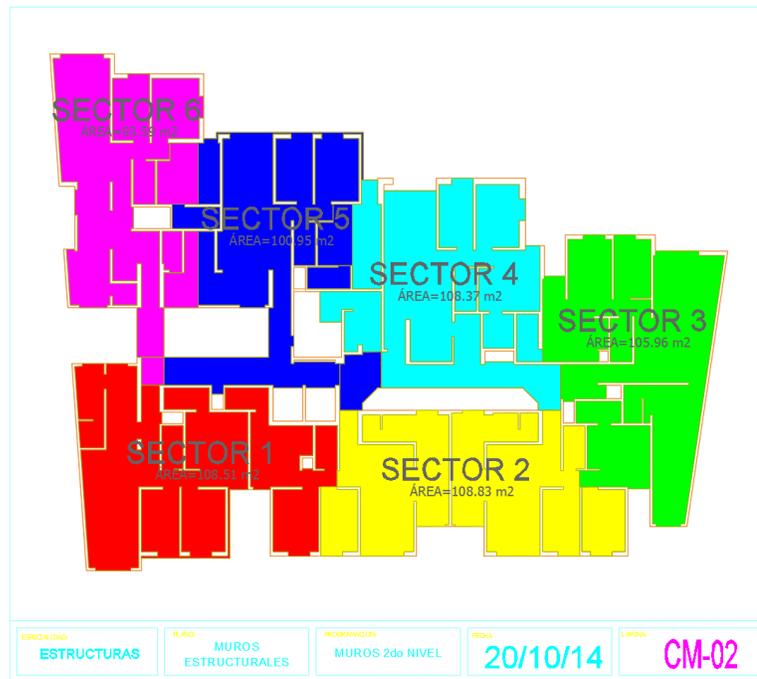


Ilustración 71. Sectorización de Encofrado de Losas. Fuente: Elaboración Propia

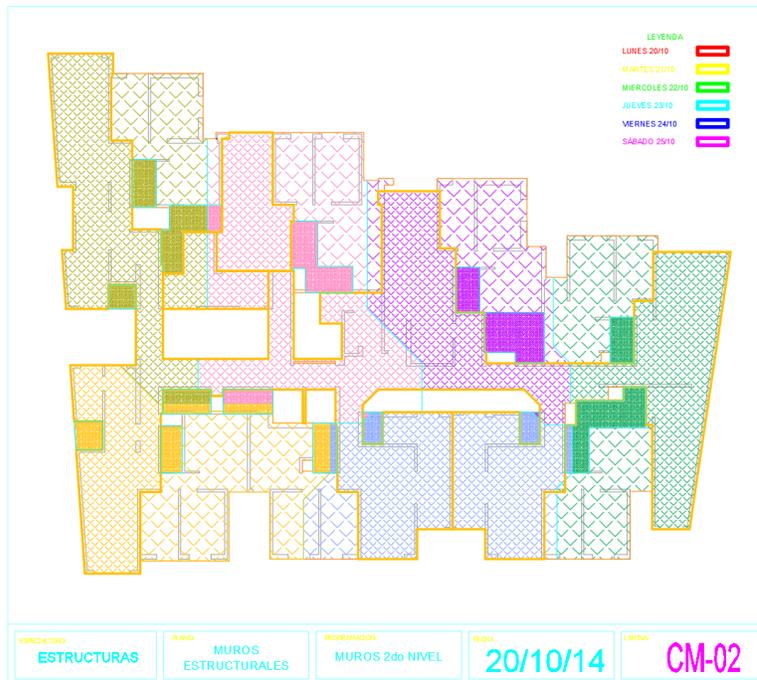


Ilustración 72. Sectorización de Colocación de Concreto en Losas. Fuente: Elaboración Propia

Planilla de Sectorización de Muros				
Nivel	Sector	Encofrado (m2)	Concreto (m3)	Acero (kg)
1	1	340.08	26.63	4,339.59
	2	340.39	27.71	4,343.60
	3	340.74	26.67	4,348.01
	4	335.98	27.76	4,287.27
	5	340.80	25.53	4,348.77
	6	307.92	25.94	3,929.21
2	1	340.08	26.63	3,441.13
	2	343.27	28.02	3,473.45
	3	337.74	26.09	3,417.46
	4	329.50	27.40	3,334.07
	5	340.80	25.53	3,448.41
	6	311.40	26.26	3,150.93
3	1	341.52	28.16	3,130.83
	2	343.27	28.02	3,146.92
	3	337.74	26.09	3,096.18
	4	329.50	27.40	3,020.64
	5	341.76	25.83	3,133.03
	6	313.32	27.82	2,872.32
4	1	341.52	28.16	3,137.50
	2	339.67	27.56	3,120.55
	3	335.58	26.46	3,082.94
	4	331.95	26.13	3,049.61
	5	340.80	25.30	3,130.89
	6	313.32	27.82	2,878.44
5	1	345.36	28.45	3,166.71
	2	339.67	27.56	3,114.58
	3	335.58	26.46	3,077.04
	4	331.95	26.13	3,043.77
	5	340.80	25.30	3,124.90
	6	313.32	27.82	2,872.93

Tabla 73. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Muros Parte 1. Fuente: Elaboración Propia

Nivel	Sector	Encofrado (m2)	Concreto (m3)	Acero (kg)
6	1	347.28	30.02	3,168.40
	2	345.19	28.69	3,149.37
	3	341.10	28.37	3,112.02
	4	331.95	26.13	3,028.56
	5	339.84	25.00	3,100.52
	6	311.40	26.26	2,841.05
7	1	347.40	29.57	3,174.48
	2	345.43	28.32	3,156.51
	3	339.91	27.00	3,106.02
	4	328.66	26.78	3,003.23
	5	340.80	25.53	3,114.17
	6	311.40	25.98	2,845.52
8	1	326.16	27.45	2,704.16
	2	331.15	27.55	2,745.57
	3	324.70	25.05	2,692.03
	4	329.62	27.65	2,732.85
	5	329.84	25.56	2,734.64
	6	316.71	24.89	2,625.78
9	1	324.72	25.41	2,699.78
	2	325.39	24.76	2,705.38
	3	318.07	21.84	2,644.48
	4	332.66	25.96	2,765.78
	5	324.81	24.81	2,700.53
	6	327.04	23.52	2,719.09
10	1	325.44	23.89	2,699.25
	2	326.24	22.85	2,705.84
	3	318.91	19.40	2,645.09
	4	332.90	22.29	2,761.12
	5	325.08	23.00	2,696.26
	6	328.84	21.63	2,727.47

Tabla 74. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Muros parte 2. Fuente: Elaboración Propia

Nivel	Sector	Encofrado (m2)	Concreto (m3)	Acero (kg)
11	1	325.44	23.89	2,683.62
	2	331.76	25.07	2,735.69
	3	324.79	21.47	2,678.26
	4	332.90	22.29	2,745.13
	5	325.08	23.00	2,680.65
	6	328.84	21.63	2,711.68
12	1	325.44	23.89	2,430.21
	2	331.76	25.07	2,477.36
	3	326.59	22.98	2,438.79
	4	337.75	22.59	2,522.14
	5	325.08	23.00	2,427.52
	6	328.84	21.63	2,455.62
13	1	335.76	23.98	2,479.25
	2	332.81	23.80	2,457.50
	3	327.56	20.77	2,418.69
	4	339.43	20.81	2,506.36
	5	323.88	18.47	2,391.53
	6	338.34	21.37	2,498.31
14	1	331.68	23.75	2,496.21
	2	333.89	24.65	2,512.87
	3	326.00	20.61	2,453.44
	4	314.59	18.53	2,367.60
	5	323.52	19.31	2,434.79
	6	330.42	20.85	2,486.73
15	1	239.09	17.19	2,510.42
	2	227.45	15.17	2,388.22
	3	236.28	16.31	2,480.89
	4	241.98	15.19	2,540.74
	5	247.08	13.27	2,594.29
	6	213.06	15.20	2,237.09
16	1	164.76	14.88	1,205.30
17	1	158.16	14.46	1,531.32

Tabla 75. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Muros parte 3. Fuente: Elaboración Propia

Planilla Resumen de Metrado de Losas				
Nivel	Sector	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
1	1	17.85	113.74	903.59
	2	20.09	120.45	953.81
	3	19.16	124.42	991.99
	4	17.90	111.22	879.11
	5	19.97	123.94	980.88
	6	20.00	122.46	971.73
2	1	17.85	113.76	900.79
	2	20.10	120.46	950.85
	3	19.17	124.44	988.91
	4	17.91	111.23	876.38
	5	19.98	123.96	977.83
	6	20.00	122.48	968.71
3	1	18.06	115.17	897.98
	2	20.31	121.95	947.89
	3	19.38	125.99	985.83
	4	18.10	112.60	873.66
	5	20.20	125.49	974.79
	6	20.23	124.00	965.70
4	1	17.98	114.61	901.48
	2	20.23	121.36	951.57
	3	19.30	125.36	989.67
	4	18.02	112.05	877.05
	5	20.11	124.88	978.58
	6	20.14	123.39	969.45
5	1	18.13	115.64	901.48
	2	20.39	122.45	951.57
	3	19.46	126.50	989.67
	4	18.17	113.06	877.05
	5	20.27	126.00	978.58
	6	20.30	124.50	969.45

Tabla 76. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Losas parte 1. Fuente: Elaboración Propia

Nivel	Sector	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
6	1	18.21	116.25	901.48
	2	20.48	123.09	951.57
	3	19.55	127.17	989.67
	4	18.25	113.65	877.05
	5	20.37	126.66	978.58
	6	20.40	125.15	969.45
7	1	18.08	115.31	901.48
	2	20.34	122.10	951.57
	3	19.41	126.14	989.67
	4	18.12	112.74	877.05
	5	20.22	125.64	978.58
	6	20.25	124.15	969.45
8	1	17.94	114.37	901.48
	2	20.19	121.11	951.57
	3	19.26	125.10	989.67
	4	17.99	111.82	877.05
	5	20.07	124.62	978.58
	6	20.10	123.13	969.45
9	1	17.75	113.05	901.48
	2	19.98	119.71	951.57
	3	19.06	123.65	989.67
	4	17.81	110.54	877.05
	5	19.86	123.18	978.58
	6	19.89	121.71	969.45
10	1	17.86	113.82	901.48
	2	20.11	120.53	951.57
	3	19.18	124.51	989.67
	4	17.91	111.29	877.05
	5	19.99	124.03	978.58
	6	20.01	122.55	969.45

Tabla 77. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Losas parte 2. Fuente: Elaboración Propia

Nivel	Sector	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
11	1	17.83	113.57	901.48
	2	20.07	120.27	951.57
	3	19.14	124.23	989.67
	4	17.88	111.05	877.05
	5	19.95	123.76	978.58
	6	19.97	122.28	969.45
12	1	17.99	114.73	901.48
	2	20.25	121.48	951.57
	3	19.32	125.50	989.67
	4	18.04	112.17	877.05
	5	20.13	125.01	978.58
	6	20.16	123.52	969.45
13	1	18.05	115.10	901.48
	2	20.30	121.88	951.57
	3	19.37	125.91	989.67
	4	18.09	112.53	877.05
	5	20.19	125.41	978.58
	6	20.22	123.92	969.45
14	1	17.25	109.62	907.04
	2	19.45	116.10	957.45
	3	18.53	119.90	995.78
	4	17.33	107.21	882.47
	5	19.32	119.47	984.62
	6	19.34	118.03	975.44
15	1	12.83	79.11	917.38
	2	14.72	83.89	968.36
	3	13.81	86.40	1,007.13
	4	13.05	77.52	892.53
	5	14.49	86.35	995.84
	6	14.48	85.21	986.56
16	1	7.82	39.12	845.26
17	1	5.42	36.12	624.72

Tabla 78. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Losas parte 3. Fuente: Elaboración Propia

Planilla de sectorización de Vigas				
Nivel	Sector	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
1	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
2	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
3	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
4	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
5	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11

Tabla 79. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Vigas parte 1. Fuente: Elaboración Propia

Nivel	Sector	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
6	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
7	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
8	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
9	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
10	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11

Tabla 80. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Vigas parte 2. Fuente: Elaboración Propia

Nivel	Sector	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
11	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
12	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
13	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
14	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
15	1	2.90	6.03	187.61
	2	4.61	6.94	244.62
	3	3.33	5.94	195.44
	4	3.80	6.70	221.43
	5	3.91	7.25	235.09
	6	3.79	6.70	221.11
16	1			
17	1			

Tabla 81. Metrado sectorizado de las partidas de estructuras en Vigas parte 3. Fuente: Elaboración Propia

También se ha hecho una relación de principales proveedores del proyecto Residencial El Roble, con ello buscamos enfocarnos en las empresas con las que más interactuamos día a día. El siguiente cuadro es hecho en base a las órdenes de pedidos realizadas por parte del área de logística de la empresa. Sólo se han detallado las empresas más relevantes, pues como sabemos el número de empresas relacionadas a la realización de un proyecto de edificaciones es mucho mayor.

PROVEEDOR
ACEROS AREQUIPA S.A.
ADITIVOS ESPECIALES S.A.
DIROME
DISMAR
DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO S.R.L.
DISTRIBUIDORA PAKATNAMU S.A.C.
EUROTUBO S.A.C.
GLORISA
MADERERAS UNIDAS
PINTELSA

Tabla 82. Proveedores del Proyecto. Fuente: Elaboración Propia

Además, determinamos las áreas finales de los departamentos para el área de ventas. Este cuadro nos servirá más adelante para determinar las preferencias de los clientes finales acerca de los departamentos construidos.

Dichas preferencias van a analizarse según el tipo de departamento y por el nivel en que se encuentre el mismo.

	# de Departamento						
	1	2	3	4	5	6	7
1° Nivel	88.52	85.13	73.77	88.98	82.84	91.11	97.49
2° Nivel	88.52	84.69	82.42	99.68	82.18	92.43	97.46
3° Nivel	89.38	84.69	82.42	99.68	80.33	93.53	97.46
4° Nivel	89.38	84.69	82.42	104.52	80.67	93.59	99.73
5° Nivel	90.24	85.63	85.15	104.36	80.67	93.59	99.73
6° Nivel	91.80	86.91	86.30	100.43	80.67	92.48	99.74
7° Nivel	91.80	86.91	86.30	101.80	81.91	92.43	99.74
8° Nivel	91.80	84.90	84.31	101.75	82.61	88.48	89.45
9° Nivel	91.21	85.64	85.17	101.75	80.05	88.48	88.81
10° Nivel	91.14	83.85	83.21	101.87	80.48	89.67	88.83
11° Nivel	91.14	86.99	86.20	101.89	80.48	89.67	88.83
12° Nivel	91.14	86.99	86.20	104.48	80.48	89.67	88.83
13° Nivel	94.25	87.08	86.13	104.53	78.58	88.67	93.46
14° Nivel	94.25	90.96	90.01	100.57	80.25	88.63	90.24
15° Nivel	91.59	66.74	67.16	0.00	0.00	0.00	94.00

Tabla 83. Áreas para ventas de Departamentos. Fuente: Elaboración Propia

LISTA DE CNC

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	Frecuencia	Frecuencia Normalizada
MANO DE OBRA	8%	8%
FALTA CANCHA	5%	5%
SUBCONTRATISTA	14%	14%
PROVEEDOR	7%	7%
DISEÑO	4%	4%
MATERIALES	10%	10%
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	4%	4%
CAMBIOS DE DISEÑOS	3%	3%
METEOROLOGÍA	1%	1%
TRABAJOS PREVIOS (PREREQUISITO)	19%	19%
REPROCESO (CALIDAD)	10%	10%
ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTOS	3%	3%
CONTRATOS	3%	3%
SUPERVISIÓN	7%	7%

Tabla 84. % de influencia de las CNC. Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. GRÁFICO COMPARATIVO DE LA MISMA PARTIDA ENTRE OBRAS DE LA MISMA EMPRESA

- En el gráfico se puede observar los rendimientos de la partida encofrado metálico en muros de la obra Residencial El Parque 2 (de similares características al proyecto en estudio) vs. Los rendimientos de la misma Partida en la obra Residencial El Roble.
- Sacando el promedio tenemos una mejora del 9% en esta partida.

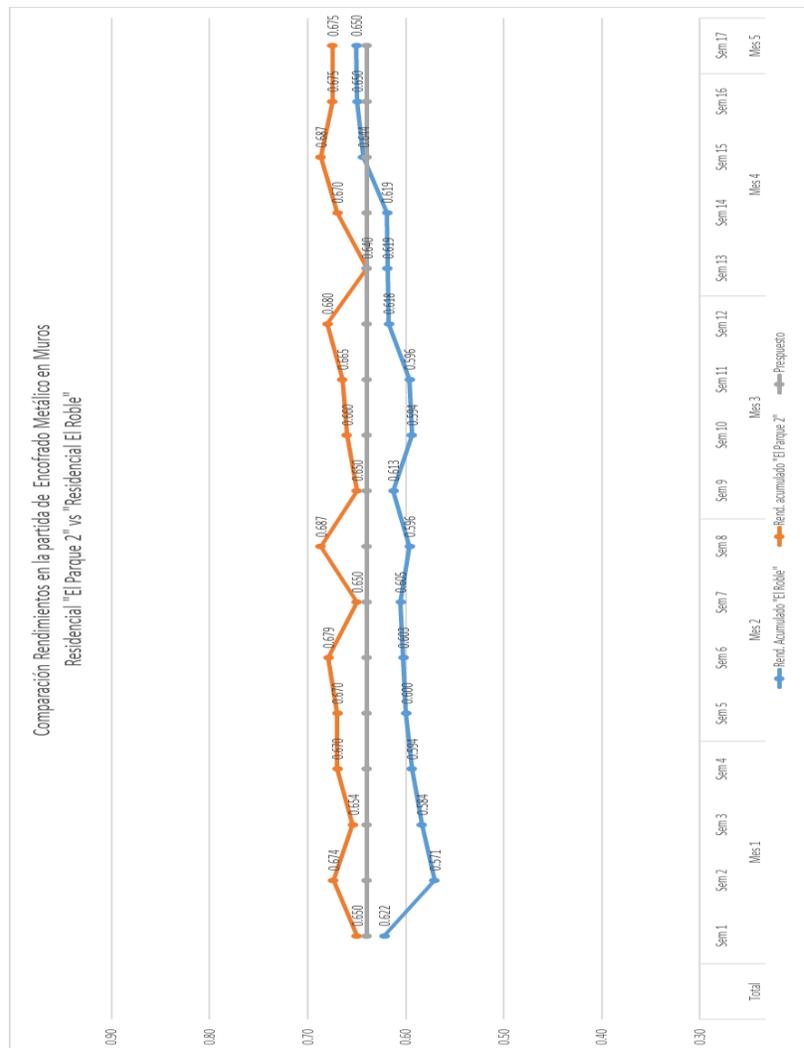


Ilustración 73. Comparación de rendimientos de la partida de encofrado de muros entre las obras, "El Parque 2" y El Roble". Fuente: Elaboración Propia

5.2. PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO

- El PPC, este dato puede verse muy bien, pero su valor real depende de que tan riguroso seamos a la hora de medir nuestras métricas.

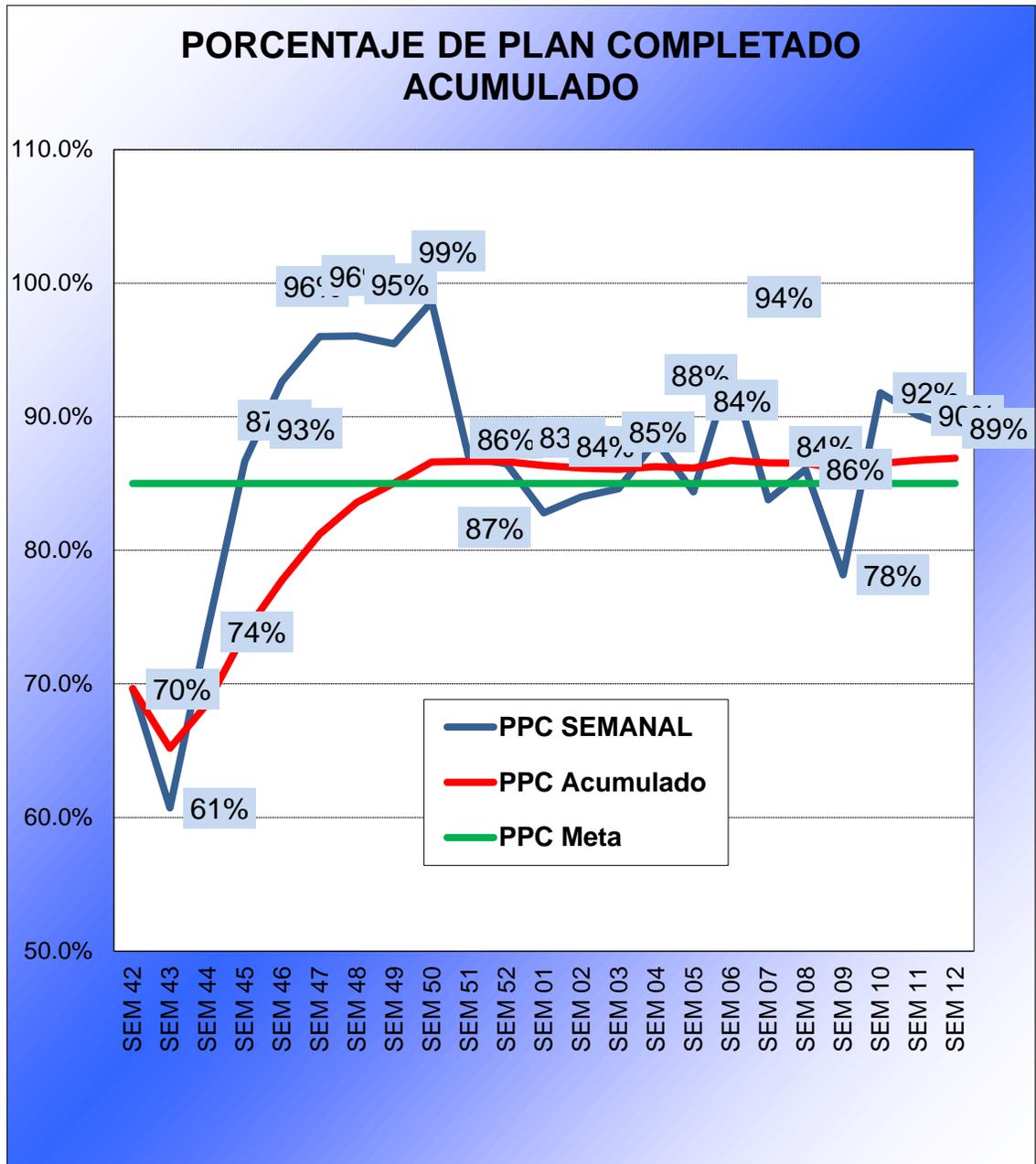


Ilustración 74. Porcentaje de Plan Cumplido del Proyecto. Fuente: Elaboración Propia

5.3. CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

- Trabajos Previos y Torre-grúa son las más reincidentes en CNC dentro del proyecto.

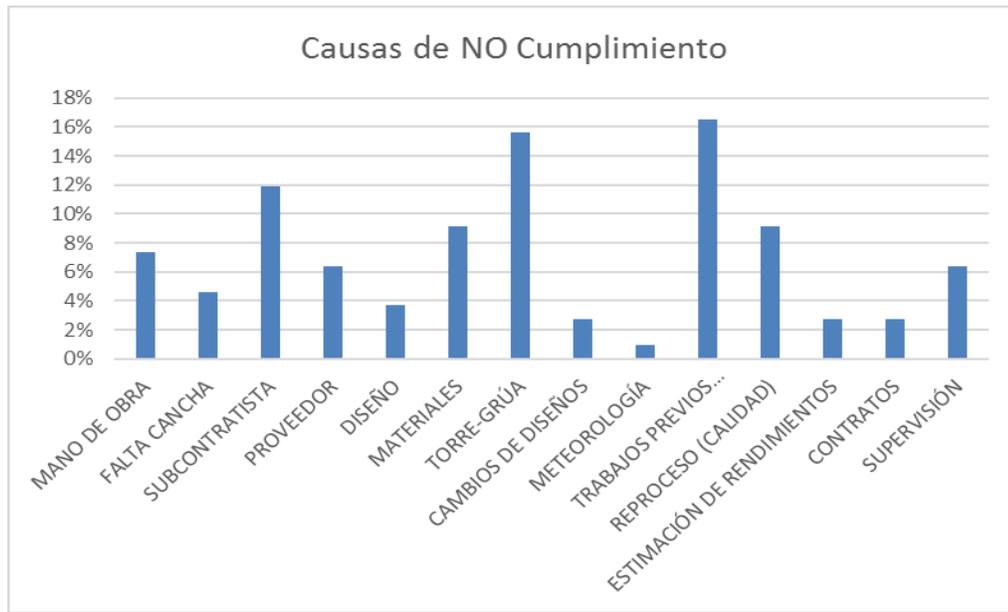


Ilustración 75. Causas de No Cumplimiento. Fuente: Elaboración Propia

5.4. PORCENTAJE DE IMPLEMENTACIÓN DEL LPS

- El Last Planner System® se ha ido implementando periódicamente dentro del proyecto, logrando a llegar a un 95% de implementación.
- La idea era llegar al 100% de implementación, pero eso es complicado debido a que el proyecto ya estaba en encaminado, en el primer elemento del LPS en la reunión Pull Sesión, necesitábamos a todos los contratistas de obra, pero eso no se pudo debido a que gerencia todavía no los definían, es por esto que residencia ha tenido que asumir esa planificación.
- Es por razones como estas que no a veces no se puede llegar al 100% de implementación.

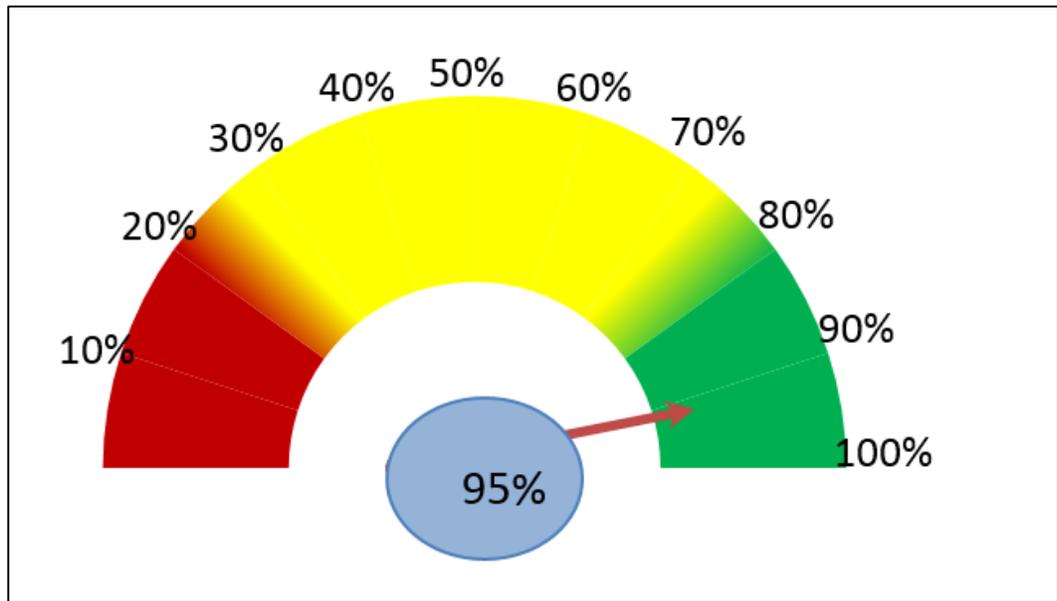


Ilustración 76. Gráfico de % de Implementación del Last Planner System® en la Empresa Corporación Inmobiliaria F&F. Fuente: Elaboración Propia

- La implementación fue de manera progresiva y se había previsto que para el inicio de los muros estructurales ya tendría que estar lista para ayudar a minimizar las restricciones del proceso constructivo.

% DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER														
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14
ELEMENTOS DEL LAST PLANNER SYSTEM														
PULL SESIÓN O PULL PLANNING		0.20	0.30											
PLAN MAESTRO			0.50	0.40	0.10									
4 WEEK LOOK AHEAD PLAN (4 WLAP)				0.50	0.50									
PLAN DE TRABAJO SEMANAL (PTS)				0.10	0.40	0.50								
PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)					0.50	0.50								
CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO (CNC)				0.10	0.20	0.30	0.40							
PLANILLA DE RESTRICCIONES				0.50	0.50									
REUNIONES DIARIAS			0.30	0.30	0.40									
REUNIONES SEMANALES					0.20	0.30	0.50							
REVISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN PRINCIPAL									0.50			0.50		
TOTAL	0	0.2	1.1	1.9	2.8	1.6	0.9	0	0.5	0	0	0.5	0	0
% DE IMPLEMENTACIÓN MENSUAL	0%	2%	11%	19%	28%	16%	9%	0%	5%	0%	0%	5%	0%	0%
% DE IMPLEMENTACIÓN ACUMULADO MENSUAL	0%	2%	13%	32%	60%	76%	85%	85%	90%	90%	90%	95%	95%	95%

Tabla 85. Cronograma de implementación del Last Planner System®. Fuente: Elaboración Propia

5.5. FLUJOGRMA DEL PROCESO DEL LPS

El flujograma implementado en el proyecto de todo el proceso del LPS tiene tres niveles

- Nivel Rojo:
Representa un compromiso General.
- Nivel Amarillo:
Administrar el flujo por todo el equipo.
- Nivel Verde:
Gestión de las promesas.

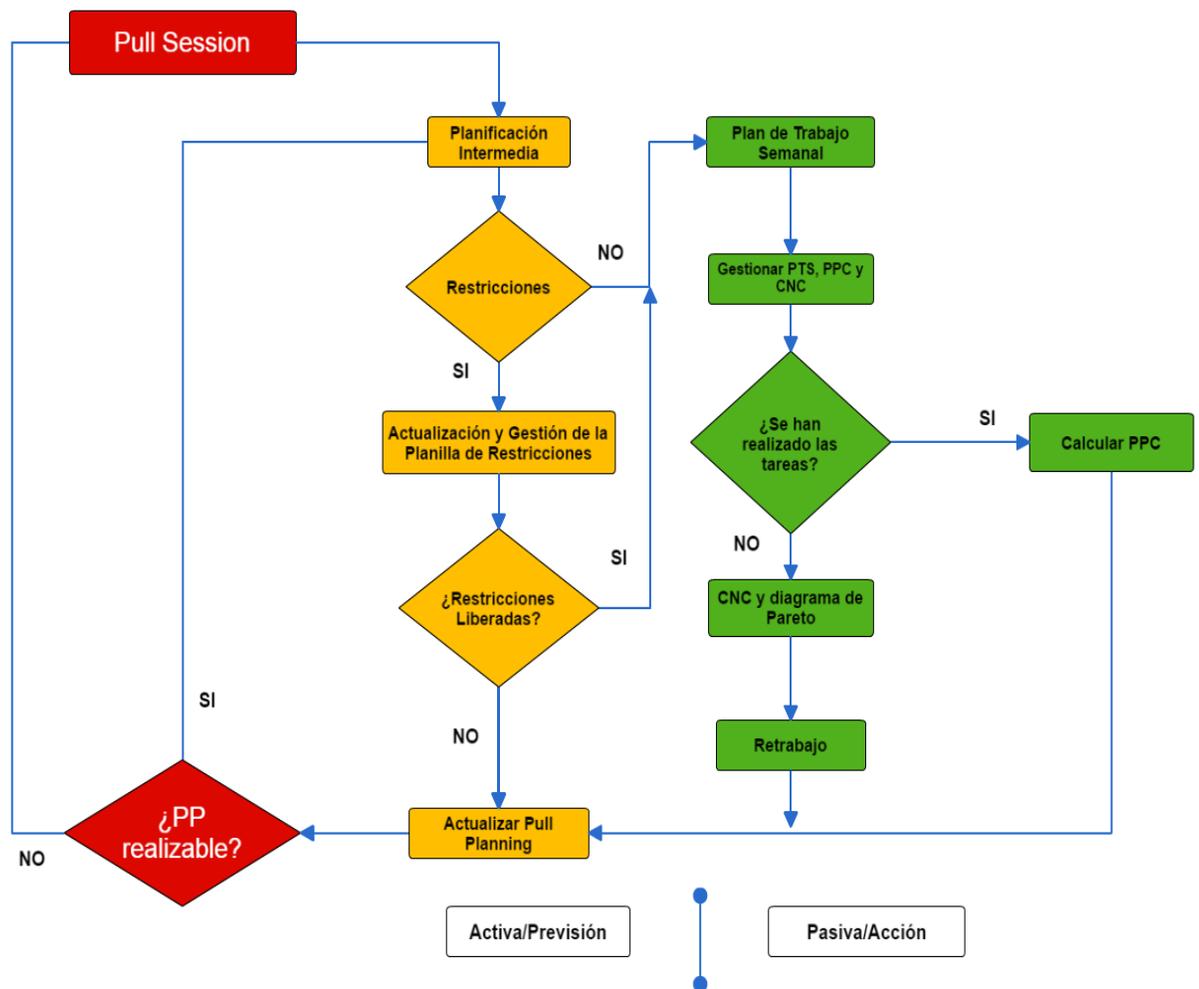


Ilustración 77. Flujograma de los elementos del Last Planner System®. Fuente: Think Productivity

5.6. DE LOS PROVEEDORES

Se realizó el cuadro de orden de prelación de los proveedores:

- El proveedor con el que teníamos que lidiar continuamente, por no decir diariamente era el despacho de concreto premezclado, lo bueno era que el trayecto desde planta no era tan largo (solo 18 min.), aparte la boleta de despacho de concreto nos ayudaba a controlar los tiempos de carga y descarga del concreto en obra.
- Con Aceros Arequipa si teníamos que prever oportunamente los pedidos y despachos de acero, debido a que demoraban de 3 a 5 días en llegar a obra, aparte el espacio era limitado en obra y no podíamos hacer un pedido grande.

PROVEEDOR	Frecuencia	Frec. Normaliz	Frec. Acumulada
DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO S.R.L.	25	25%	25%
ACEROS AREQUIPA S.A.	21	21%	46%
EUROTUBO S.A.C.	17	17%	63%
ADITIVOS ESPECIALES S.A.	13	13%	76%
DISTRIBUIDORA PAKATNAMU S.A.C.	9	9%	85%
GLORISA	5	5%	90%
PINTELSA	4	4%	94%
DIROME	3	3%	97%
DISMAR	2	2%	99%
MADERERAS UNIDAS	1	1%	100%

Tabla 86. Orden de Prelación de los proveedores. Fuente: Elaboración Propia

VI. CONCLUSIONES

- La implementación del Last Planner System® se desarrolló en la obra residencial el roble, esta obra se ha tomado como piloto de prueba dentro de las diversas obras de la empresa Corporación Inmobiliaria F&F, y llegó a un rango del 95%, debido a razones por las cuales el mismo proceso operativo y el proceso de gestión dificultó dicha implementación al 100%.
- La programación maestra más idónea está relacionada a una programación por hitos o fases, lo que supone subsistemas de trabajo en cada hito integradas en un solo sistema del proceso constructivo, dicha relación guarda una relación del 7%.
- Se elaboró el Pareto de Prelación de Proveedores dando como el mayor proveedor a Distribuidora Norte S.R.L., con una incidencia en el proyecto de 25%, Aceros Arequipa S.A. con 21%, Eurotubo S.A.C. con 17% y Aditivos Especiales S.A. con 13%. Estos proveedores necesitan mayor control y monitoreo en relación a su orden de prelación, debido a su alta interacción con el proceso productivo.
- La mejor opción probada en este estudio para llevar un mejor control del Lookahead (programación intermedia) de producción y materiales son cuatro semanas, para poder hacer seguimiento sin contratiempos.
- De acuerdo a los cuadros del sistema realizados en el estudio de investigación se pudo determinar por orden de prelación las siguientes restricciones de tipo: Primero – Prerrequisito (19%), Segundo – Subcontratista (14%), Tercero – Materiales (10%), Cuarto – Reproceso (10%), Quinto – Mano de Obra (8%). Lo que significa que hay que poner mayor nivel de observancia en estas causas de no cumplimiento.

- El PPC acumulado del proyecto llego a ser del 86.5%, es decir aun cuando se ha hecho la planificación y se han levantado las restricciones nuestra conclusión es que puede haber imponderables que siempre se pueden dar y el cumplimiento no puede llegar a un 100%.

- Nuestra actividad que ha tenido mayor incidencia dentro de las Causas de No Cumplimiento es la denominada Prerequisito (19%), en la fase estructural. Estos ratios debe ser analizado a detenimiento debido a que su mal entendimiento nos podría indicar que estamos implementando bien o mal el sistema y de esto nos podemos dar cuenta, por ejemplo, cuando tenemos muy buenos PPC's pero la obra está retrasada, este indicador no nos va ayudar tanto. Esto quiere decir que el grado de implementación real está concatenado a la importancia que le demos a la implementación del Last Planner System®.

- Los mejores criterios para la implementación del Last Planner System®. Son los siguientes: (1) Verificar que el expediente se encuentre completo y revisado. (2) Realizar los Cálculos de Capacidad de Trabajo. (3) Realizar la Pull Planning con los involucrados del Proyecto. (4) Armar el Plan Maestro con la venia de los últimos planificadores. (5) Realizar el Lookahead de Producción y en base a eso realizar el Lookahead de Materiales. (6) Desarrollar la Planilla de Restricciones de las semanas siguientes y hacer el levantamiento de las mismas. (7) Planificar el avance de la obra y detallarlo en el Plan de Trabajo Semanal. (8) Realizar la Reunión Semanal para evaluar nuestra asertividad en la planificación y la confiabilidad de los compromisos pactados por los involucrados. (9) Revisar nuestro Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y nuestras Causas de No Cumplimiento (CNC) para lograr evaluar nuestros pro y contras de nuestra planificación con el fin

de ir poco a poco mejorando nuestra confiabilidad en el sistema. (10)
Realizar cada 4 semanas la Reunión de Planificación Principal para actualizar nuestro Plan Maestro y tener una mejor visión de nuestro avance de obra.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para los próximos estudios tomar en cuenta la importancia de la presencia de los últimos planificadores del proyecto en las reuniones de coordinación para incrementar del grado de confiabilidad de la planificación.

- Se recomienda en próximas investigaciones, fomentar compromisos y empoderar a los últimos planificadores a través del diálogo, ejercicios de liderazgo o a través de la capacidad misma que puede tener la figura de residencia o supervisión para convencer, persuadir e incentivar la eficiencia, calidad de las actividades planificadas, para incrementar el control de obra.

- Para continuar con el presente estudio se recomienda seguir la metodología de manera estricta desde el inicio, cada paso de dentro de la metodología es necesario e importante, de lo contrario se generarían deficiencias al sistema.

- Se recomienda para estudios futuros analizar a detalle la asimilación del flujo del Last Planner System por parte de los involucrados, para poder adaptarlo de una manera significativa a nuestra cultura y empresa.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. Birmingham: The University of Birmingham.
- Cusumano, M. (1985). *The Japanese Automobile Industry*.
- Económica, M. d. (2015). Pasos para Realizar una Eficiente Gestión de Proyectos. *Mideplan*, 10.
- Fujimoto, T. (1999). *The Evolution of a Manufacturing System at Toyota* .
- Ghio Castillo, V. (2001). *Productividad en Obras de Construcción - Diagnóstico, Crítica y Propuesta*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Howell, G. B. (2006). *An Update on Last Planner*.
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Palo Alto, California: Stanford University.
- Liker, J. K. (2010). *Las claves del éxito de TOYOTA*.
- Ohno, T. (1988). *Beyond Large-Scale Production*.
- Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.
- Ponz Tienda, J., Cerveró Romero, F., & Alarcón Cárdenas, L. (2013). *Last Planner System "Un Caso de Estudio"*.
- Project Management Institute, I. (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)- Quinta Edición*. Pensilvania: Project Management Institute, Inc.
- Sayer, N., & Williams, B. (2007). *Lean for Dummies*.

IX. ANEXOS

9.1. FORMATOS IMPLEMENTADOS

ACTIVIDADES	UNID	SECTORIZACIÓN	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES																			
			FECHA LÍMITE	DESCRIPCIÓN	SUPERVISIÓN	CONTRATOS	ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTOS	REPROCESO (CALIDAD)	TRABAJOS PREVIOS	METEOROLOGÍA	CAMBIOS DE DISEÑOS	TORRE-GRÚA	MATERIALES	DISEÑO	PROVEEDOR	SUBCONTRATISTA	FALTA CANCHA	MANO DE OBRA				
SUPER-ESTRUCTURA	kg.	SECTORIZACIÓN	09/11/2014	Do																		
			08/11/2014	Sa																		
			07/11/2014	Vi																		
			06/11/2014	Ju																		
			05/11/2014	Mi																		
			04/11/2014	Ma																		
			03/11/2014	Lu																		
			02/11/2014	Do																		
			01/11/2014	Sa																		
			31/10/2014	Vi																		
			30/10/2014	Ju																		
			29/10/2014	Mi																		
			28/10/2014	Ma																		
			27/10/2014	Lu																		
ACERO VERTICAL	m2.	SECTORIZACIÓN	26/10/2014	Do																		
			25/10/2014	Sa																		
			24/10/2014	Vi																		
			23/10/2014	Ju																		
			22/10/2014	Mi																		
			21/10/2014	Ma																		
			20/10/2014	Lu																		
			19/10/2014	Do																		
			18/10/2014	Sa																		
			17/10/2014	Vi																		
			16/10/2014	Ju																		
			15/10/2014	Mi																		
			14/10/2014	Ma																		
			13/10/2014	Lu																		
ENCOFRADO VERTICAL	m3.	SECTORIZACIÓN	19/10/2014	Do																		
			18/10/2014	Sa																		
			17/10/2014	Vi																		
			16/10/2014	Ju																		
			15/10/2014	Mi																		
			14/10/2014	Ma																		
			13/10/2014	Lu																		
			CONCRETO VERTICAL	m3.	SECTORIZACIÓN	13/10/2014	Lu															
						12/10/2014	Do															
						11/10/2014	Sa															
						10/10/2014	Vi															
						09/10/2014	Ju															
						08/10/2014	Mi															
						07/10/2014	Ma															
06/10/2014	Lu																					
05/10/2014	Do																					
04/10/2014	Sa																					
03/10/2014	Vi																					
02/10/2014	Ju																					
01/10/2014	Mi																					
30/09/2014	Ma																					
ENCOFRADO DE VIGA	m2.	SECTORIZACIÓN	09/11/2014	Do																		
			08/11/2014	Sa																		
			07/11/2014	Vi																		
			06/11/2014	Ju																		
			05/11/2014	Mi																		
			04/11/2014	Ma																		
			03/11/2014	Lu																		
			02/11/2014	Do																		
			01/11/2014	Sa																		
			31/10/2014	Vi																		
			30/10/2014	Ju																		
			29/10/2014	Mi																		
			28/10/2014	Ma																		
			27/10/2014	Lu																		
ACERO DE VIGA	kg.	SECTORIZACIÓN	26/10/2014	Do																		
			25/10/2014	Sa																		
			24/10/2014	Vi																		
			23/10/2014	Ju																		
			22/10/2014	Mi																		
			21/10/2014	Ma																		
			20/10/2014	Lu																		
			19/10/2014	Do																		
			18/10/2014	Sa																		
			17/10/2014	Vi																		
			16/10/2014	Ju																		
			15/10/2014	Mi																		
			14/10/2014	Ma																		
			13/10/2014	Lu																		
ENCOFRADO LOSA	m2.	SECTORIZACIÓN	13/10/2014	Lu																		
			12/10/2014	Do																		
			11/10/2014	Sa																		
			10/10/2014	Vi																		
			09/10/2014	Ju																		
			08/10/2014	Mi																		
			07/10/2014	Ma																		
			06/10/2014	Lu																		
			05/10/2014	Do																		
			04/10/2014	Sa																		
			03/10/2014	Vi																		
			02/10/2014	Ju																		
			01/10/2014	Mi																		
			30/09/2014	Ma																		
CONCRETO HORIZONTAL	m3.	SECTORIZACIÓN	09/11/2014	Do																		
			08/11/2014	Sa																		
			07/11/2014	Vi																		
			06/11/2014	Ju																		
			05/11/2014	Mi																		
			04/11/2014	Ma																		
			03/11/2014	Lu																		
			02/11/2014	Do																		
			01/11/2014	Sa																		
			31/10/2014	Vi																		
			30/10/2014	Ju																		
			29/10/2014	Mi																		
			28/10/2014	Ma																		
			27/10/2014	Lu																		
26/10/2014	Do																					

Tabla 87. Formato de Planificación a mediano plazo. Fuente: Elaboración Propia

9.2. CUADROS

Nivel	Sector	Elemento	Partida	Unidad	Metrado	Rend.	Duración		Cuadrilla			Cuadrilla Unitaria			Cuadrilla Total				
							Días	Meta	Op	Of	Pe	N° Obr.	Op	Of	Pe	N° Obr.	Op	Of	Pe
1	1	Muros	Encofrado	m2	340.08	25.00	13.60	0.97	14	1	0	1	2	14	0	14	28		
			Vaciado	m3	26.63	26.00	1.02	1.02	1	2	2	3	7	7	2	2	3	7	
		Losas	Acero	kg	4,339.59	350.00	12.40	1.03	12	1	1	0	2	2	12	12	0	24	
			Encofrado	m2	133.85	27.00	4.96	0.99	5	1	0	1	2	2	5	0	5	10	
		Vigas	Vaciado	m3	17.85	18.00	0.99	0.99	1	2	2	4	8	8	2	2	2	6	
			Acero	kg	903.59	320.00	2.82	0.94	3	1	1	0	2	2	3	3	0	6	
	2	2	Muros	Acero	kg	187.61	220.00	0.85	0.85	1	0	0	1	1	1	0	0	1	
				Encofrado	m2	340.39	25.00	13.62	0.97	14	1	0	1	2	14	0	14	28	
			Losas	Vaciado	m3	26.63	26.00	1.02	1.02	1	2	2	3	7	7	2	2	3	7
				Acero	kg	4,343.60	350.00	12.41	1.03	12	1	1	0	2	2	12	12	0	24
			Vigas	Encofrado	m2	143.58	27.00	5.32	1.06	5	1	0	1	2	2	5	0	5	10
				Vaciado	m3	20.09	18.00	1.12	1.12	1	2	2	4	8	8	2	2	2	6
3	3	Muros	Acero	kg	953.81	320.00	2.98	0.99	3	1	1	0	2	3	3	0	6		
			Acero	kg	244.62	220.00	1.11	1.11	1	1	1	0	2	2	1	1	0	2	
		Vigas	Encofrado	m2	340.74	25.00	13.63	0.97	14	1	0	1	2	2	14	0	14	28	
			Vaciado	m3	26.67	26.00	1.03	1.03	1	2	2	3	7	7	2	2	3	7	
		Losas	Acero	kg	4,348.01	350.00	12.42	1.04	12	1	1	0	2	2	12	12	0	24	
			Encofrado	m2	144.23	27.00	5.34	1.07	5	1	0	1	2	2	5	0	5	10	
4	4	Muros	Vaciado	m3	191.16	18.00	1.06	1.06	1	2	2	4	8	2	2	2	6		
			Acero	kg	991.99	320.00	3.10	1.03	3	1	1	0	2	3	3	3	0	6	
		Vigas	Acero	kg	195.44	220.00	0.89	0.89	1	1	1	0	2	2	1	1	0	2	
			Encofrado	m2	335.98	25.00	13.44	0.96	14	1	0	1	2	2	14	0	14	28	
		Losas	Vaciado	m3	27.76	26.00	1.07	1.07	1	2	2	3	7	7	2	2	3	7	
			Acero	kg	4,287.27	350.00	12.25	1.02	12	1	1	0	2	2	12	12	0	24	
5	5	Muros	Encofrado	m2	133.54	27.00	4.95	0.99	5	1	0	1	2	5	0	5	10		
			Vaciado	m3	17.90	18.00	0.99	0.99	1	2	2	4	8	8	2	2	2	6	
		Vigas	Acero	kg	879.11	320.00	2.75	0.92	3	1	1	0	2	2	3	3	0	6	
			Acero	kg	221.43	220.00	1.01	1.01	1	1	1	0	2	2	1	1	0	2	
		Losas	Encofrado	m2	340.80	25.00	13.63	0.97	14	1	0	1	2	2	14	0	14	28	
			Vaciado	m3	25.53	26.00	0.98	0.98	1	2	2	3	7	7	2	2	3	7	
6	6	Muros	Acero	kg	4,348.77	350.00	12.43	1.04	12	1	1	0	2	12	12	0	24		
			Encofrado	m2	148.12	27.00	5.49	1.10	5	1	0	1	2	2	5	0	5	10	
		Vigas	Vaciado	m3	19.97	18.00	1.11	1.11	1	2	2	4	8	8	2	2	2	6	
			Acero	kg	980.88	320.00	3.07	1.02	3	1	1	0	2	2	3	3	0	6	
		Losas	Acero	kg	235.09	220.00	1.07	1.07	1	1	1	0	2	2	1	1	0	2	
			Encofrado	m2	307.92	25.00	12.32	0.88	14	1	0	1	2	2	14	0	14	28	
Vigas	Vaciado	m3	25.94	26.00	1.00	1.00	1	2	2	3	7	7	2	2	3	7			
	Acero	kg	3,929.21	350.00	11.23	0.94	12	1	1	0	2	2	12	12	0	24			
Losas	Encofrado	m2	144.78	27.00	5.36	1.07	5	1	0	1	2	2	5	0	5	10			
	Vaciado	m3	20.00	18.00	1.11	1.11	1	2	2	4	8	8	2	2	2	6			
Vigas	Acero	kg	971.73	320.00	3.04	1.01	3	1	1	0	2	2	3	3	0	6			
	Acero	kg	221.11	220.00	1.01	1.01	1	1	1	0	2	2	1	1	0	2			

Tabla 91. Cálculo de cuadrillas de trabajo para la ejecución de un nivel dentro del proyecto, desde cuadrilla unitaria hasta cuadrilla total. Fuente: Elaboración Propia

ID	DESCRIPCIÓN	METRADO		METRADO
		UNID	CANT. UNIT	CANT. TOTAL
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD			
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES			
OE.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES			
OE.1.1.1.1	OFICINAS, CASETA DE GUARDIANA, ALMACÉN	m2	1.00	21.00
	MATERIALES			
	ALAMBRE NEGRO # 16	kg.	0.008	0.160
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg.	0.020	0.428
	CLAVOS PARA MADERA SIN CABEZA DE 3/4"	kg.	0.011	0.226
	CUARTONES DE MADERA 2" X 2" X 3.20 m.	u.	1.714	36.000
	PANELES OSB DE 1220 mm. X 2440 mm. X 11 mm.	pl.	2.190	46.000
	CALAMINA GALVANIZADA ZINC 2.40 m. X 0.663 m. X 0.60 mm	pl.	0.381	8.000
	CANDADOS MEDIANOS	u.	0.143	3.000
OE.1.1.1.2	COMEDORES	m2	1.00	24.00
	MATERIALES			
	ALAMBRE NEGRO # 16	kg.	0.009	0.210
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg.	0.022	0.530
	CLAVOS PARA MADERA SIN CABEZA DE 3/4"	kg.	0.015	0.350
	CUARTONES DE MADERA 2" X 2" X 3.20 m.	pl.	1.250	30.000
	PANELES OSB DE 1220 mm. X 2440 mm. X 11 mm.	pl.	0.833	20.000
	CALAMINA GALVANIZADA ZINC 2.40 m. X 0.663 m. X 0.60 mm	pl.	0.417	10.000
	CANDADOS MEDIANOS	u.	0.083	2.000
OE.1.1.1.3	SERVICIOS HIGIÉNICOS	m2	1.00	6.00
	MATERIALES			
	ALAMBRE NEGRO # 16	kg.	0.020	0.120
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg.	0.038	0.230
	CLAVOS PARA MADERA SIN CABEZA DE 3/4"	kg.	0.020	0.120
	CUARTONES DE MADERA 2" X 2" X 3.20 m.	pl.	2.333	14.000
	PANELES OSB DE 1220 mm. X 2440 mm. X 11 mm.	pl.	1.333	8.000
	CALAMINA GALVANIZADA ZINC 2.40 m. X 0.663 m. X 0.60 mm	pl.	0.667	4.000
	PLÁSTICO AZUL DOBLE ANCHO 1.80 m.	m.	4.167	25.000
	CANDADOS MEDIANOS	u.	0.333	2.000
OE.1.1.2	INSTALACIONES PROVISIONALES			
OE.1.1.2.1	AGUA PARA CONSTRUCCIÓN	glb	1.00	1.00
	MATERIALES			
	PEGAMENTO P/PVC OATEY - 946 ml.	env.	1.000	1.000
	CINTA TEFLÓN	u.	1.500	1.500
	HOJA SIERRA SANFLEX	u.	2.000	2.000
	LIJA FIERRO N° 80	u.	5.000	5.000
	TUBERIA PVC 1/2"	ml.	36.000	36.000
	CODO PVC 1/2"	pza.	4.000	4.000
	VÁLVULA ESFÉRICA DE 1/2"	pza.	2.000	2.000
	ADAPTADOR PVC 1/2"	pza.	4.000	4.000
	CODO F° G° 1/2"	pza.	2.000	2.000

Tabla 92. APU materiales 1. Fuente: Elaboración Propia

OE.1.1.2.2	DESAGÜE PARA CONSTRUCCIÓN	glb	1.00	1.00
	MATERIALES			
	PEGAMENTO P/PVC OATEY - 946 ml.	env.	0.300	0.300
	HOJA SIERRA SANFLEX	u.	1.500	1.500
	LIJA FIERRO N° 80	u.	4.000	4.000
	TUBERÍA PVC 2" SAL	ml.	16.000	16.000
	TUBERÍA PVC 3" SAL	ml.	12.000	12.000
	TUBERÍA PVC 4" SAL	ml.	18.000	18.000
	YEE PVC 4"A 2" DSG INYECTADO	pza.	2.000	2.000
	CODO PVC 2" DSG INYECTADO	pza.	15.000	15.000
	CODO PVC 3" DSG INYECTADO	pza.	3.000	3.000
	TEE PCV 4" DSG INYECTADO	pza.	7.000	7.000
	REDUCCIÓN PVC 4" A 3" DSG INYECTADO	pza.	2.000	2.000
OE.1.1.2.3	ENERGÍA ELÉCTRICA PROVISIONAL	glb	1.00	1.00
	MATERIALES			
	TUBERÍA PVC 3/4" SEL	ml.	62.000	62.000
	CABLE 2.5 mm.	m.	180.000	180.000
	LLAVE TÉRMICA 2 X 32	u.	3.000	3.000
	CURVAS PVC 3/4" SEL	u.	20.000	20.000
	CINTA AISLANTE ELÉCTRICA	u.	3.000	3.000
	PEGAMENTO P/PVC OATEY - 946 ml.	u.	1.000	1.000
	HOJA SIERRA SANFLEX	u.	1.000	1.000
	INTERRUPTOR DE SOBREPONER SIMPLES	u.	4.000	4.000
	SOCKETES PARA COLGAR	u.	8.000	8.000
	FOCOS AHORRADORES DE 20W	u.	8.000	8.000
OE.1.1.2.4	INSTALACIÓN TELEFÓNICA Y COMUNICACIÓN PROVISIONAL	glb	1.00	1.00
	MATERIALES			
	CABLE UTP CATEGORIA 5E	m.	200.000	200.000
	PLACA RJ-45	u.	10.000	10.000
	CONECTORES RJ-45	u.	36.000	36.000
	1 ROUTER	u.	1.000	1.000
	SWITCH DE 8 ENTRADAS	u.	1.000	1.000
	CAJAS RECTANGULARES DE SOBREPONER	u.	8.000	8.000
OE.1.1.3	TRABAJOS PRELIMINARES			
OE.1.1.3.1	ELIMINACIÓN DE MATERIAL SUELTO	m3	1.00	28.00
	MATERIALES			
	YESO EN BOLSA DE 18 kg.	bls.	0.107	3.000
OE.1.1.3.2	DEMOLICIONES	m2	1.00	120.00
	MATERIALES			
	YESO EN BOLSA DE 18 kg.	bls.	0.008	1.000
OE.1.1.3.3	ELIMINACIÓN DE DEMOLICIONES	m3	1.00	45.00
	MATERIALES			
	YESO EN BOLSA DE 18 kg.	bls.	0.022	1.000
OE.1.1.3.4	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	1.00	1,548.15
	MATERIALES			
	MANGUERA 1"	m.	0.129	200.000
OE.1.1.3.5	TRAZO, NIVELES Y REPLANTERO PRELIMINAR	m2	1.00	1,394.54
	MATERIALES			
	YESO EN BOLSA DE 18 kg.	bls.	0.006	8.000
	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gal.	0.002	3.000
OE.1.1.3.6	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	1.00	10,433.80
	MATERIALES			
	YESO EN BOLSA DE 18 kg.	bls.	0.002	25.000
	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gal.	0.001	7.000
	CORRECTOR	u.	0.004	42.000
	OCRE ROJO X 1kg.	u.	0.001	12.000

Tabla 93. APU materiales 2. Fuente: Elaboración Propia

OE.1.1.4	SEGURIDAD Y SALUD			
OE.1.1.4.1	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SST	glb	1.00	1.00
	MATERIALES			
	SET BOTIQUIN	u.	1.000	1.000
	CAMILLA DE RESCATE	u.	1.000	1.000
	TIMBRE CIRCULAR	u.	1.000	1.000
	ALCOHOLIMETRO	u.	1.000	1.000
	EXTINTORES	u.	4.000	4.000
OE.1.1.4.2	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE OBRA	glb	1.00	1.00
	MATERIALES			
	CINTA SEÑALIZADORA DE PELIGRO X 100 m. (ROJO)	m.	200.000	200.000
	CINTA SEÑALIZADORA DE PELIGRO X 100 m. (AMARILLA)	m.	200.000	200.000
	CONO DE SEGURIDAD C/CINTA REFLECTIVA DE 1 m. X 50 m.	u.	12.000	12.000
	MALLA RÍGIDA DE SEGURIDAD COLOR NARANJA 1.00 m. X 50 m.	u.	3.000	3.000
	CAPUCHONES PARA ACERO 5/8" A 3/4"	u.	500.000	500.000
	CAPUCHONES PARA ACERO 3/8" A 1/2"	u.	500.000	500.000
OE.1.1.4.3	CHARLAS EN SEGURIDAD Y SALUD	unid	6.00	6.00
	MATERIALES			
OE.1.1.4.4	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (Epp's)	glb	1.00	1.00
	MATERIALES			
	BOTAS DE SEGURIDAD BATA	par	6.000	6.000
	BOTAS DE SEGURIDAD CUERO	par	24.000	24.000
	CASCO DE SEGURIDAD COLOR BLANCO 6 PUNTOS	u.	6.000	6.000
	CASCO DE SEGURIDAD COLOR ROJO	u.	24.000	24.000
	LENTES DE SEGURIDAD OSCUROS	u.	72.000	72.000
	LENTES DE SEGURIDAD 3M CLAROS	u.	72.000	72.000
	CHALECOS DE SEGURIDAD COLOR AZUL MARCA BEST	u.	6.000	6.000
	CHALECOS DE SEGURIDAD COLOR NARANJA MARCA BEST	u.	48.000	48.000
	GUANTES DE CUERO	u.	48.000	48.000
	GUANTES DE JEBE	u.	72.000	72.000
	GUANTES DE HILO PALMA RECUBIERTOS CON LATEX	u.	24.000	24.000
	GUANTES SUPERVISOR AMARILLOS	u.	6.000	6.000
	BOTAS DE JEBE	par	24.000	24.000
	BARBIQUEJO ELÁSTICO CON MENTONERA	u.	48.000	48.000
	MASCARILLA CON FILTRO	u.	12.000	12.000
	MASCARILLA DESCARTABLE	u.	48.000	48.000
	PROTECTOR AUDITIVO MARCA PELTOR	u.	6.000	6.000
	TAPONES AUDITIVO DE SILICONA VERDE	u.	48.000	48.000
	ARNÉS DE 3 ANILLOS	u.	30.000	30.000
	LÍNEA DE VIDA CON DOS GANCHOS Y PAQUETE DE AMORTIGUAMIENTO	u.	6.000	6.000
	LÍNEA DE VIDA CON DOS GANCHOS SIN PAQUETE DE AMORTIGUAMIENTO	u.	24.000	24.000
	LINTERNAS FRONTALES PARA CASCO	u.	60.000	60.000
	CORTAVIENTOS	u.	24.000	24.000
	CAMISAS MANGA LARGA COLOR NARANJA CON CINTA REFLECTIVA	u.	24.000	24.000
OE.1.1.4.5	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA			
OE.1.1.4.5.1	SISTEMA ANTICAIDAS	ml	1.00	180.00
	MATERIALES			
	MENSULAS ANTICAIDAS	u.	0.322	58.000
	MALLA ANCHOVETERA DE 2.50m. X 80 m.	m2.	1.111	200.000
	PLÁSTICO AZUL	m2.	1.333	240.000
OE.1.1.4.5.2	SISTEMA DE ACORDONAMIENTO	ml	1.00	1,680.00
	MATERIALES			
	SOGA NYLON 5/8"	m.	0.119	200.000
	SOGA NYLON 3/4"	m.	0.060	100.000
	CABLE ACERADO 1/4"	u.	0.089	150.000
	ABRAZADERA PARA CABLE DE 1/2"	u.	0.030	50.000

Tabla 94. APU materiales 3. Fuente: Elaboración Propia

OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE			
OE.2.2.1	CALZADURAS, CONCRETO f'c=175kg/cm2	m3	1.00	72.75
	MATERIALES			
	CEMENTO TIPO ICO	bls.	7.500	545.625
	ARENA GRUESA	m3.	0.550	40.013
	GRAVILLA 1/2"	m3.	0.750	54.563
	AGUA	m3.	0.200	14.550
	EUCOSPAM	kg.	3.188	231.891
OE.2.2.2	CALZADURAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.00	145.50
	MATERIALES			
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8	kg.	0.349	50.750
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg.	0.229	33.350
	MADERA TORNILLO	p2.	3.608	524.900
OE.2.2.3	SOLADO E=4", CONCRETO	m2	1.00	232.16
	MATERIALES			
	CEMENTO TIPO MS	bls.	0.250	58.041
	ARENA GRUESA	m3.	0.050	11.608
	AGUA	m3.	0.100	23.216
OE.2.2.4	FALSO PISO MEZCLA C:H e=4"	m2	1.00	38.14
	MATERIALES			
	CEMENTO TIPO MS	bls.	0.400	15.256
	ARENA GRUESA	m3.	0.040	1.526
	AGUA	m3.	0.050	1.907
OE.2.2.5	SOBRECIMIENTO, CONCRETO f'c=175kg/cm2	m3	1.00	67.20
	MATERIALES			
	CEMENTO TIPO ICO	bls.	7.500	545.625
	ARENA GRUESA	m3.	0.550	40.013
	GRAVILLA 1/2"	m3.	0.750	54.563
	AGUA	m3.	0.200	14.550
	EUCOSPAM	kg.	3.188	231.891

Tabla 95. APU materiales 4. Fuente: Elaboración Propia

TREN DE ACTIVIDADES											
Actividades	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12
Acero en Muros	S1	S2	S3	S4	S5	S6					
Encofrado de Muros		S1	S2	S3	S4	S5	S6				
Vaciado de Muros		S1	S2	S3	S4	S5	S6				
Encofrado de Losas			S1	S2	S3	S4	S5	S6			
Encofrado de Vigas			S1	S2	S3	S4	S5	S6			
Acero en Losas				S1	S2	S3	S4	S5	S6		
Acero en Vigas					S1	S2	S3	S4	S5	S6	
Vaciado de Losas						S1	S2	S3	S4	S5	S6
Vaciado de Vigas							S1	S2	S3	S4	S5

Tabla 96. Tren de Actividades Formulado. Fuente: Elaboración Propia

9.3. PANEL FOTOGRÁFICO



Ilustración 78. Replanteo de cotas del proyecto. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 79. Revisión del avance diario. Fuente: Elaboración Propia

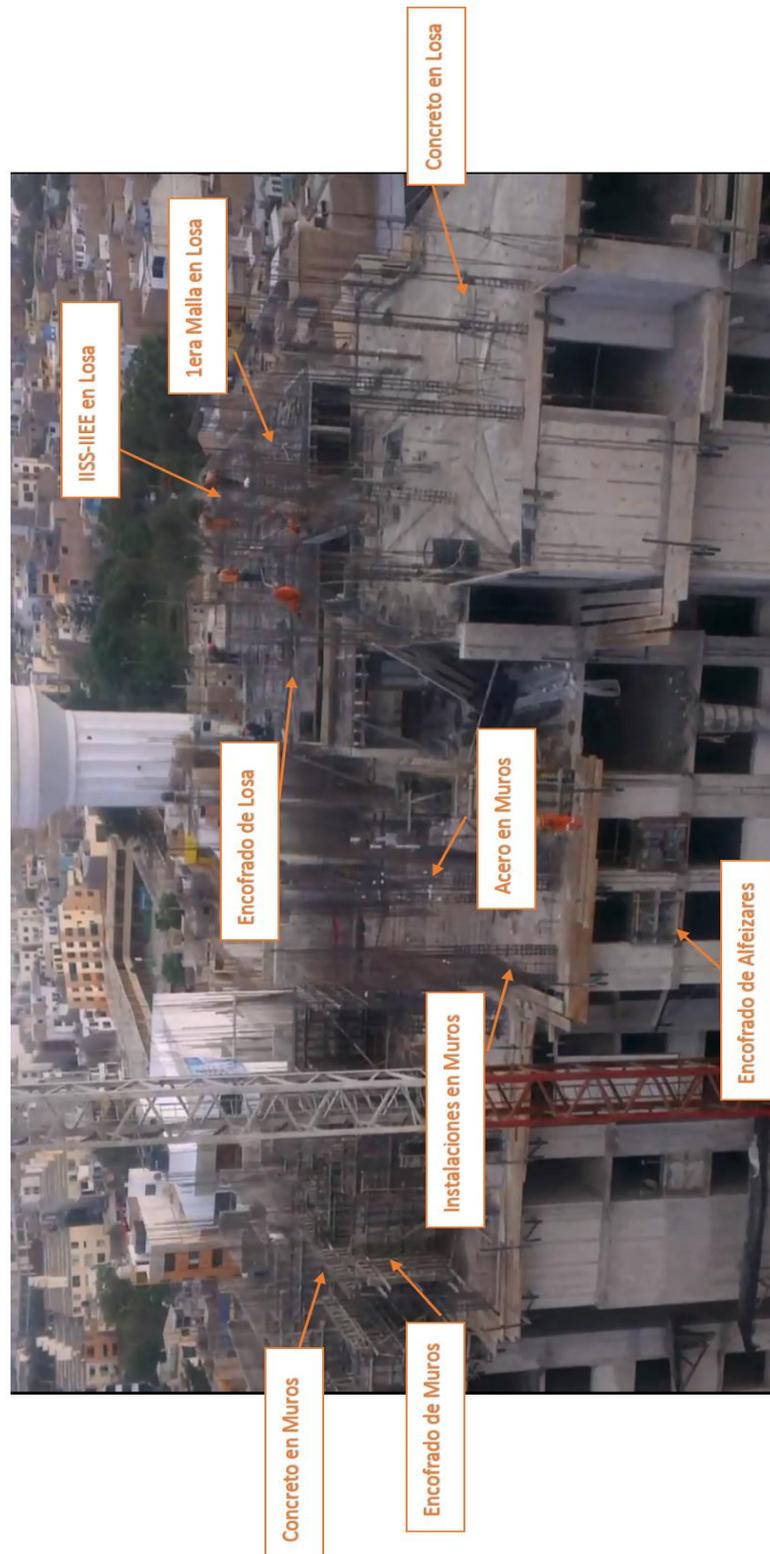


Ilustración 80. Trabajos diarios. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 81. Apuntalamiento de estructura de losa. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 82. Colocación de concreto con torre-grúa. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 83. Encofrado de muros de cisterna y cuarto de máquinas. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 84. Techo de tanque elevado previo al vaciado. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 85. Verificación del avance diario. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 86. Previo al vaciado de muros. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 87. Verificación del mantenimiento de la torre-grúa. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 88. Carguío del balde concretero. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 89. Izaje de materiales cerámicos. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 90. Inicio de colocación de ladrillo pastelero en último techo. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 91. Inicio de trabajos de pintura – enyesado de juntas del encofrado metálico. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 92. Inicio de enchape de porcelanatos. Fuente: Elaboración Propia

9.4. PLANOS

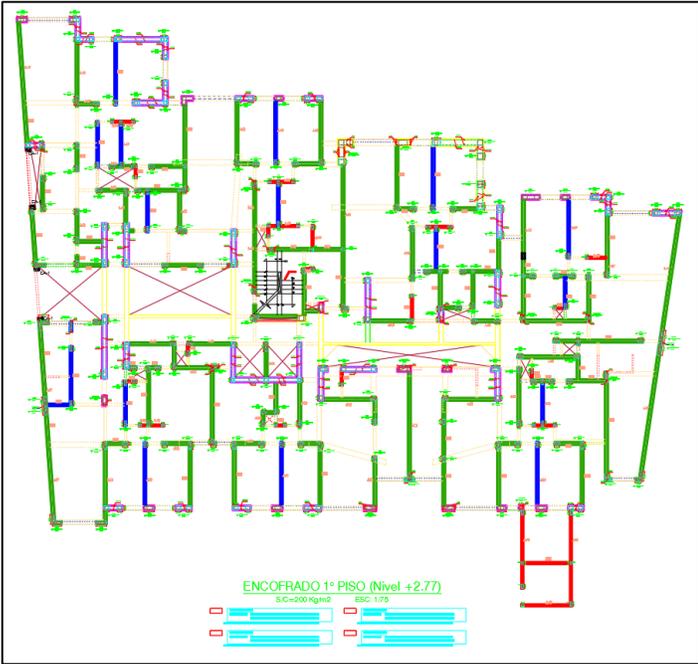


Ilustración 93. Plano de muros. Fuente: Elaboración Propia

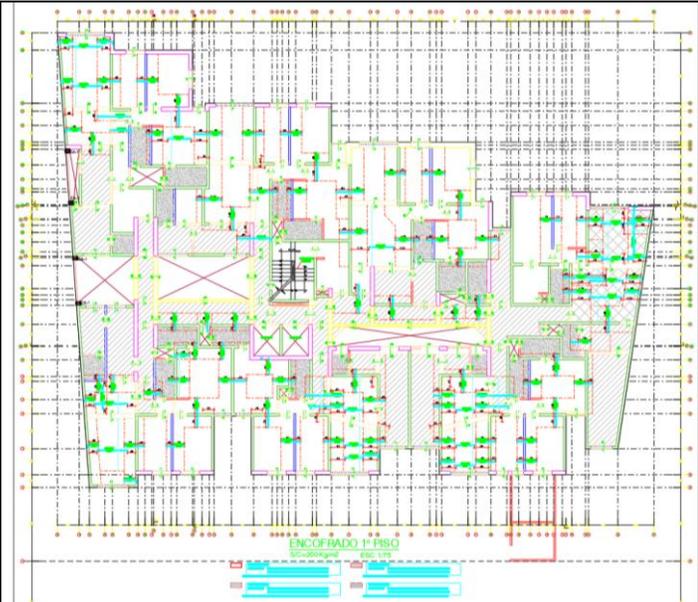


Ilustración 94. Plano de encofrados. Fuente: Elaboración Propia

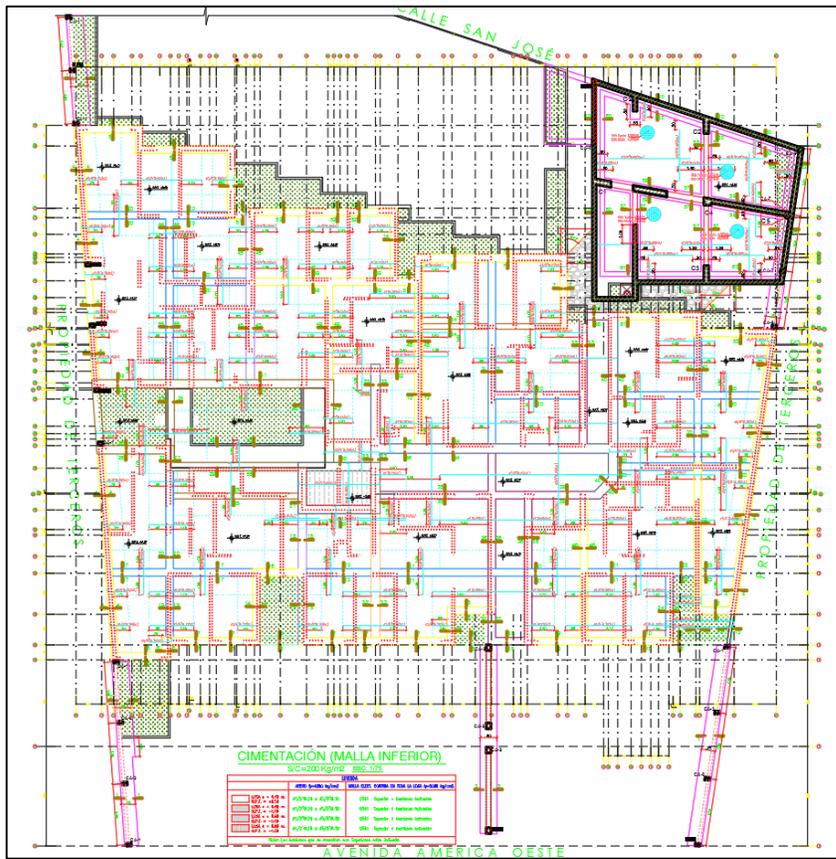


Ilustración 95. Plano de platea de cimentación. Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 96. Plano de seguridad. Fuente: Elaboración Propia