

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“APLICACIÓN DEL MÉTODO LAST PLANNER SYSTEM ENFOCADO A
CRITERIOS DE SECTORIZACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
CENTROS COMERCIALES, EN LA PROVINCIA DE TACNA - 2018”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

**BACH. KELLY IBANA ARIAS MALDONADO
BACH. VICTOR YAPUCHURA PLATERO**

TACNA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

**“APLICACIÓN DEL MÉTODO LAST PLANNER SYSTEM
ENFOCADO A CRITERIOS DE SECTORIZACIÓN PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE CENTROS COMERCIALES, EN LA
PROVINCIA DE TACNA - 2018”**

Tesis sustentada y aprobada el 02 de julio de 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:


Mtro. Santos Tito Gomez Choquejahu

SECRETARIO:


Ing. Cesar Julio Cruz Espinoza

VOCAL:


Ing. Julio Gonzales Chura

ASESOR:


Ing. Uliánov Farfan Kehuarucho

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, KELLY IBANA ARIAS MALDONADO en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 70942260. Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: **“APLICACIÓN DEL MÉTODO LAST PLANNER SYSTEM ENFOCADO A CRITERIOS DE SECTORIZACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CENTROS COMERCIALES, EN LA PROVINCIA DE TACNA – 2018”**, la misma que presenté para optar: El título profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, me hago responsable frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



Tacna, 02 de julio de 2019
KELLY IBANA ARIAS MALDONADO
DNI 70942260

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, VICTOR YAPUCHURA PLATERO en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 00444587. Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: **“APLICACIÓN DEL MÉTODO LAST PLANNER SYSTEM ENFOCADO A CRITERIOS DE SECTORIZACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CENTROS COMERCIALES, EN LA PROVINCIA DE TACNA – 2018”**, la misma que presentó para optar: El título profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, me hago responsable frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



Tacna, 02 de julio de 2019
VICTOR YAPUCHURA PLATERO
DNI 00444587

DEDICATORIA

A Jehová Dios porqué sin ÉL nada hubiera sido posible, por brindarme la fuerza necesaria en cada paso que doy, llevándome al camino que tiene planeado para mí.

A mis padres Manuel y Marlene, y a mi tío Chino por siempre darme su amor y apoyo incondicional. Por la motivación diaria, y enseñarme a lograr íntegramente lo que uno se propone.

A mi hermano Jonathan por siempre brindarme sus palabras de aliento, y siempre haber confiado en mí.

KELLY IBANA ARIAS MALDONADO

A mi madre Francisca por su aliento y cooperación.

A mi padre Eleuterio por su ejemplo perenne de honestidad y superación.

VICTOR YAPUCHURA PLATERO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A los docentes de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna, por contribuir a nuestra formación, en especial a nuestro Asesor Uliánov Farfán Kehuarucho; por su valiosa colaboración, sus recomendaciones, sugerencias y enseñanzas.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron al desarrollo del proyecto. Asimismo, a todos los que motivaron y cooperaron a dar este paso importante, de invaluable costo por el constante aprender.

Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1. Descripción del problema	20
1.2. Formulación del problema	22
PROBLEMA GENERAL	22
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	23
1.3. Justificación e importancia	23
1.4. Objetivos	25
1.4.1. Objetivo General	25
1.4.2. Objetivos Específicos	25
1.5. Hipótesis	25
HIPÓTESIS GENERAL	25
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	25
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	26
2.1. Antecedentes	26
2.1.1. Nacionales.....	26
2.1.2. Internacionales	27
2.2. Bases Teóricas	30
2.2.1. Antecedentes de la Construcción en el Perú	30
2.2.2. Filosofía Lean Construction	30
2.2.2.1. Antecedentes de la Filosofía Lean Construction	30
2.2.2.2. Lean Production	31
2.2.2.3. Lean Construction	33
2.2.3. Last Planner System.....	45
2.2.4. Programación	49
2.2.4.1. Planificación Maestra.....	50
2.2.4.2. Programación Look Ahead Planning. (Programación con una mirada corta hacia adelante).....	50
2.2.5. Criterios de Sectorización	52
a) Áreas de construcción	53
b) Insumos más incidentes	54
c) Mano de obra calificada.....	55
d) Metrado	55

e) Espacios Confinados	56
f) Disponibilidad de insumos	56
g) Diferencia entre colaboración y cooperación	56
2.2.6. Construcción de Centros Comerciales.....	63
2.2.6.1. Definición de Centro Comercial:	63
2.2.6.2. Clasificación de los Centros Comerciales.....	64
2.2.7. Productividad.....	64
2.2.7.1. Productividad:.....	64
2.2.7.2. Variabilidad.....	66
2.2.7.3. Just in time	67
2.2.7.4. Curva de aprendizaje.....	68
2.2.7.5. Regla de Pareto.....	68
2.2.7.6. Buffers	68
2.2.7.7. La Teoría de las Restricciones (Theory of Constraints)	69
2.2.8. Definición de Términos	70
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	73
3.1 Tipo y Nivel de la Investigación	73
3.2 Población y/o muestra de estudio.....	73
3.3 Operacionalización de variables.....	74
3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	75
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	81
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	139
CONCLUSIONES.....	202
RECOMENDACIONES.....	204
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	205
ANEXOS	208

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficios de Lean	36
Tabla 2 Porcentajes de actividades predecesoras.....	66
Tabla 3 Variable independiente	74
Tabla 4 Variable Dependiente	75
Tabla 5. Validación del Instrumento.....	77
Tabla 6. Valores de los niveles de validez.	77
Tabla 7. Relación entre rangos y valores de confiabilidad.	78
Tabla 8. ALPHA DE CRONBACH: LAST PLANNER SYSTEM.....	79
Tabla 9. ALPHA DE CRONBACH: PRODUCTIVIDAD.	79
Tabla 10. VARIABLE: LAST PLANNER SYSTEM.	80
Tabla 11. VARIABLE: PRODUCTIVIDAD.....	80
Tabla 12. Residentes de obra.....	81
Tabla 13. Tiempo de trabajo de los Residentes de Obra (en años)	82
Tabla 14. Número de Proyectos en que laboró el residente de obra	83
Tabla 15. Modalidad del proyecto en el que laboró el residente de obra	84
Tabla 16. ¿Ha participado en la planificación de alguna obra de infraestructura? ..	85
Tabla 17. Monto mayor de obra ejecutada por el residente, en la provincia de Tacna, 2018.....	86
Tabla 18. Años de experiencia de los residentes, en ejecución de obras de infraestructura.....	87
Tabla 19. ¿Ha participado como residente de obras de infraestructura?	88
Tabla 20. ¿Usted cuenta una metodología específica para planificación de obras de infraestructura?.....	89
Tabla 21. ¿Usted o su empresa consultora cuenta una metodología específica para la programación de obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional?	90
Tabla 22. ¿Conoce alguna metodología específica para programar las obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional?	91
Tabla 23. ¿Usted o su empresa consultora cuenta con métodos y procedimientos para el control de cronograma en la ejecución de obras de infraestructura?.....	92
Tabla 24. ¿Usted o su empresa consultora cuenta con indicadores de Gestión de Calidad en la programación de obras de infraestructura?	93
Tabla 25. ¿Usted o su empresa consultora cuenta alguna técnica o herramienta o metodología para la identificación, evaluación y control continuo de los riesgos en la programación de obras de infraestructura?.....	94
Tabla 26. ¿Durante la ejecución de la obra existieron problemas en la programación según el tipo de obra (aporticado, albañilería confinada y/o simple, acero, drywall)?	95
Tabla 27. Durante la ejecución de la obra los detalles de planos, especificaciones técnicas estaban acorde al campo de trabajo	96
Tabla 28. ¿Hubo modificaciones durante la ejecución del proyecto?.....	97
Tabla 29. El ambiente laboral era desfavorable durante la ejecución de obra.	98
Tabla 30. Las cuadrillas se encontraban acorde con el rendimiento y el Expediente Técnico, de la provincia de Tacna, 2018.....	99
Tabla 31. Debido a la falta de comunicación y coordinación de los interesados, las obras tuvieron demoras, de la provincia de Tacna, 2018.	100
Tabla 32. Existe ausencia de una profunda capacitación, al personal técnico, con respecto a la gestión de proyectos, de la provincia de Tacna, 2018.	101

Tabla 33. ¿Existen proveedores de acuerdo a la complejidad de las partidas?	102
Tabla 34. Los metrados guardaron relación entre en campo vs. El Expediente Técnico.....	103
Tabla 35. Durante su experiencia laboral, ¿cuántos adicionales presencié en una obra de construcción?	104
Tabla 36. Durante su experiencia laboral, ¿cuántas ampliaciones de plazo presencié en una obra de construcción?	105
Tabla 37. ¿Cuánto tiempo duró la ampliación de plazo de una obra de construcción en la que haya participado?.....	106
Tabla 38. Si existió algún incremento de presupuesto respecto al programado, ¿en qué porcentaje incrementó este?.....	107
Tabla 39. En las obras de edificación que ha laborado, ¿cuál es la restricción más frecuente que ha presenciado?.....	108
Tabla 40. Según las deficiencias encontradas en las obras de construcción en las que ha laborado, ¿Qué aspecto se vio más afectado?	109
Tabla 41. Nivel de conocimiento de la Filosofía Lean Construcción	110
Tabla 42. Nivel de Conocimiento sobre Last Planner System.....	111
Tabla 43. Motivos por los que usted no considera emplear el Last Planner System, en Tacna.	112
Tabla 44. Nivel de interés en usar próximamente el Last Planner System.....	113
Tabla 45. ¿Le gustaría conocer o trabajar en la ejecución de Obras de Infraestructura con una metodología alineada a un modelo de estándar internacional de Gestión de Proyectos?.....	114
Tabla 46. ¿Le gustaría contar con una metodología para ejecutar Obras de Infraestructura que contemple integralmente programación uso de LPS?	115
Tabla 47. ¿Le gustaría trabajar de manera individual o para empresas consultoras que cuenten con una metodología para la ejecución de Obras de Infraestructura alineadas a un modelo de estándar internacional programación de sectorización?	116
Tabla 48. ¿Cree Usted, que contando con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de Gestión de Proyectos), solucionaríamos varios problemas en la Gestión de planificación de Obra?	117
Tabla 49. ¿Con qué nivel de frecuencia considera usted que emplea la herramienta Last Planner System?.....	118
Tabla 50. Reuniones semanales con el grupo de trabajo.	119
Tabla 51. ¿Se incluyeron a todos los interesados en las reuniones de trabajo? ...	120
Tabla 52. ¿Se creó un registro de trabajo real, tomando en cuenta restricciones?	121
Tabla 53. ¿Se creó un plan semanal de ejecución?	122
Tabla 54. ¿Se detectaron a tiempo las restricciones?	123
Tabla 55. ¿Se midió el indicador del Porcentaje de Plan Completado y la Causa de No Cumplimiento?	124
Tabla 56. ¿Se midió la productividad de los trabajadores?.....	125
Tabla 57. ¿Se analizaron las pérdidas?	126
Tabla 58. ¿Se plantearon soluciones inmediatas ante los diferentes tipos de problemas?.....	127
Tabla 59. ¿Se capacitó a aquellos trabajadores que desconocían esta herramienta?	128
Tabla 60. ¿Se realizó una correcta sectorización teniendo en cuenta las restricciones con las que se contaban?	129
Tabla 61. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto plazos	130

Tabla 62. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto costos .	131
Tabla 63. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto alcance .	132
Tabla 64. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto calidad .	133
Tabla 65. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto seguridad .	134
Tabla 66. El impacto ha sido positivo y/o negativo en el aspecto de avance físico .	135
Tabla 67. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto de productividad .	136
Tabla 68. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto de interferencias .	137
Tabla 69. N° de días según cronograma maestro vs. N° de días para cronograma del bloque "C"	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de las Actividades según Lean Production	32
Figura 2. Modelo de transformación.....	35
Figura 3. Producción.....	37
Figura 4. Traducción de Lean Construction.....	37
Figura 5. Comparación de los enfoques de diferentes filosofías de producción.	41
Figura 6. Esquema del Lean Production Delivery System (LPDS).	44
Figura 7. Esquema del procedimiento del Last Planner System®	46
Figura 8. Filosofía de planificación según método tradicional (izquierda), Filosofía de planificación según LPS.....	47
Figura 9. Modelo de Planificación Maestra.....	48
Figura 10. Pasos para sectorizar.	58
Figura 11. Consideraciones estructurales para una óptima sectorización.	59
Figura 12. Planeamiento.	60
Figura 13. Etapas del proyecto.	60
Figura 14. Organización de una Obra Tradicional.....	62
Figura 15. Ejemplo de Organización de una Obra.....	63
Figura 16. Distribución de frecuencia porcentual del tipo de residentes de la provincia de Tacna, 2018.....	81
Figura 17. Distribución de frecuencia porcentual del tiempo de trabajo de residentes de la provincia de Tacna, 2018.....	82
Figura 18. Distribución de frecuencia porcentual del N° de proyecto en el que ha laborado los residentes de la provincia de Tacna.	83
Figura 19. Distribución de frecuencia porcentual de la modalidad del proyecto en el que laboró los residentes de la provincia de Tacna, 2018.....	84
Figura 20. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Ha participado en la planificación de alguna obra de infraestructura? de la provincia de Tacna, 2018.....	85
Figura 21. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según monto mayor de obra ejecutada de la provincia de Tacna, 2018.	86
Figura 22. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Cuántos años de experiencia tiene ejecutando obras de infraestructura de la provincia de Tacna, 2018?.....	87
Figura 23. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Ha participado como residente de obras de infraestructura?.....	88
Figura 24. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Usted cuenta una metodología específica para planificación de obras de infraestructura?	89
Figura 25. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Usted o su empresa consultora cuenta una metodología específica para la programación de obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional?.....	90
Figura 26. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Conoce alguna metodología específica para programar las obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional?, de la provincia de Tacna, 2018.....	91
Figura 27. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Usted o su empresa consultora cuenta con métodos y procedimientos para el control de cronograma en la ejecución de obras de infraestructura?, de la provincia de Tacna, 2018.	92

Figura 28. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Usted o su empresa consultora cuenta con indicadores de Gestión de Calidad en la programación de obras de infraestructura?.....	93
Figura 29. ¿Usted o su empresa consultora cuenta alguna técnica o herramienta o metodología para la identificación, evaluación y control continuo de los riesgos en la programación de obras de infraestructura?.....	94
Figura 30. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Durante la ejecución de la obra existieron problemas en la programación según el tipo de obra (aporticado, albañilería confinada y/o simple, acero, drywall)?	95
Figura 31. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según durante la ejecución de la obra los detalles de planos, especificaciones técnicas estaban acorde al campo de trabajo.	96
Figura 32. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según hubo modificaciones durante la ejecución del proyecto.	97
Figura 33. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el ambiente laboral era desfavorable durante la ejecución de obra.	98
Figura 34. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según las cuadrillas se encontraban acorde con el rendimiento y el Expediente Técnico	99
Figura 35. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según debido a la falta de comunicación y coordinación de los interesados, las obras tuvieron demoras	100
Figura 36. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según existe ausencia de una profunda capacitación, al personal técnico, con respecto a la gestión de proyectos.....	101
Figura 37. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según existen proveedores de acuerdo a la complejidad de las partidas.....	102
Figura 38. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según los metrados guardaron relación entre en campo vs. El Expediente Técnico.	103
Figura 39. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según durante su experiencia laboral, ¿cuántos adicionales presencié en una obra de construcción?	104
Figura 40. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según durante su experiencia laboral, ¿cuántas ampliaciones de plazo presencié en una obra de construcción?	105
Figura 41. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Cuánto tiempo duró la ampliación de plazo de una obra de construcción en la que haya participado?	106
Figura 42. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según si existió algún incremento de presupuesto respecto al programado.....	107
Figura 43. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según si existió algún incremento de presupuesto respecto al programado, ¿en qué porcentaje incrementó este?	108
Figura 44. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según las deficiencias encontradas en las obras de construcción en las que ha laborado, ¿Qué aspecto se vio más afectado?.....	109
Figura 45. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según Nivel de conocimiento de la Filosofía Lean Construcción	110
Figura 46. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según Nivel de Conocimiento sobre Last Planner System.	111
Figura 47. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según motivos por los que usted no considera emplear el Last Planner System, en Tacna.	112

Figura 48. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según su nivel de interés en usar próximamente el Last Planner System.	113
Figura 49. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Le gustaría conocer o trabajar en la ejecución de Obras de Infraestructura con una metodología alineada a un modelo de estándar internacional de Gestión de Proyectos?.....	114
Figura 50. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Le gustaría contar con una metodología para ejecutar Obras de Infraestructura que contemple integralmente programación uso de LPS?	115
Figura 51. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Le gustaría trabajar de manera individual o para empresas consultoras que cuenten con una metodología para la ejecución de Obras de Infraestructura alineadas a un modelo de estándar interna?	116
Figura 52. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Cree Usted, que contando con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de Gestión de Proyectos), solucionaríamos varios problemas en la Gestión de planificación de Obra?	117
Figura 53. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿con qué nivel de frecuencia considera usted que emplea la herramienta Last Planner System?	118
Figura 54. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según reuniones semanales con el grupo de trabajo.	119
Figura 55. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se incluyeron a todos los interesados en las reuniones de trabajo.	120
Figura 56. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se creó un registro de trabajo real, tomando en cuenta restricciones.....	121
Figura 57. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se creó un plan semanal de ejecución.	122
Figura 58. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se detectaron a tiempo las restricciones.....	123
Figura 59. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se midió el indicador del Porcentaje de Plan Completado y la Causa de No Cumplimiento. ...	124
Figura 60. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se midió la productividad de los trabajadores.	125
Figura 61. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se analizaron las pérdidas.....	126
Figura 62. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se plantearon soluciones inmediatas ante los diferentes tipos de problemas.	127
Figura 63. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se capacitó a aquellos trabajadores que desconocían esta herramienta.	128
Figura 64. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se realizó una correcta sectorización teniendo en cuenta las restricciones con las que se contaban.....	129
Figura 65. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto plazos.....	130
Figura 66. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto costos.....	131
Figura 67. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto alcance.....	132
Figura 68. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto calidad.....	133

Figura 69. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto seguridad.	134
Figura 70. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto de avance físico.	135
Figura 71. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto de productividad.	136
Figura 72. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto de interferencias.	137
Figura 73. Ubicación del C.C. LA UNION.....	140
Figura 74. Diagrama de flujo de sectorización	162
Figura 75. Distribución de sectores del proyecto.....	163
Figura 76. Detalle de Sectorización de Acero (kg).	168
Figura 77. Detalle de Sectorización de Concreto en Cimientos (m ³).	169
Figura 78. Detalle de sectorización de Encofrado Vertical (m ²).	170
Figura 79. 1° Tren de Actividades	171
Figura 80. Sectorización del 1° Tren de Actividades	172
Figura 81. Detalles de Sectorización del Concreto Vertical (m ³).....	174
Figura 82. 2° Tren de Actividades.	175
Figura 83. Sectorización del 2° Tren de Actividades	176
Figura 84. Programación Semanal.....	177
Figura 85. Programación Tradicional según Expediente Técnico.....	178
Figura 86. Programación según Last Planner System.....	179
Figura 87. Análisis de Precios Unitarios.....	180
Figura 88. Análisis de Precios Unitarios.....	182
Figura 89. Análisis de Precios Unitarios.....	184
Figura 90. Análisis de Precios Unitarios.....	186
Figura 91. Análisis de Precios Unitarios.....	188
Figura 92. Análisis de Precios Unitarios.....	190
Figura 93. Análisis de Precios Unitarios.....	192
Figura 94. Análisis de Precios Unitarios.....	194
Figura 95. Análisis de Precios Unitarios.....	196

RESUMEN

En nuestro país, la construcción civil es uno de los sectores más dinámicos en la economía, y a la vez se ha convertido en un negocio que genera una mayor rentabilidad. En la provincia de Tacna se vienen ejecutando proyectos de construcción por parte de instituciones públicas y privadas. Se tiene conocimiento que la ejecución de estos proyectos se lleva de una manera tradicional, que en la mayoría de los casos no lleva un correcto y estricto control de las actividades, que conducen a un incumplimiento del alcance, tiempo y costo.

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad aplicar el método Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de centros comerciales, que consta de mejorar la productividad mediante una buena gestión, principalmente, planificación de principio a fin. El Diseño de la Investigación es descriptivo - explicativo correlacional. Se realizó una muestra que estuvo constituida por 52 ingenieros civiles y arquitectos, los cuales se desempeñaban como residentes o supervisores de obra, en el año 2018. Para la constatación de la hipótesis se usaron encuestas estadísticas, las cuales se han procesado con el software SPSS ver. 25; en la que se comprobó el grado de desconocimiento de los ingenieros Civiles de la región Tacna sobre el método Last Planner System enfocado a criterios de sectorización.

En consecuencia, se obtuvo como conclusión que, aplicando esta metodología, elaborando una correcta sectorización examinando criterios que liberen restricciones que limitan un eficiente flujo de proceso de la ejecución de todos los trabajos y/o actividades necesarias (brindando elementalmente calidad y seguridad), los resultados son óptimos debido a que se tiene un alto nivel de productividad.

PALABRAS CLAVE:

- Last Planner System
- Sectorización
- Productividad
- Centros comerciales

ABSTRACT

In our country, civil construction is one of the most dynamic sectors in the economy, and at the same time it has become a business that generates greater profitability. In the province of Tacna, construction projects are being carried out by public and private institutions. It is known that the execution of these projects is carried out in a traditional way, which in most cases does not lead to a correct and strict control of the activities, which lead to a breach of scope, time and cost.

The purpose of this research work is to apply the Last Planner System method focused on sectorization criteria for the construction of shopping centers, which consists of improving productivity through good management, mainly, planning from start to finish. The Design of the Investigation is descriptive - explanatory correlational. A sample was realized that was constituted by 52 civil engineers and architects, who worked like residents or supervisors of work, in the year 2018. For the verification of the hypothesis statistical surveys were used, which have been processed with the software SPSS watch. 25; in which the degree of ignorance of Civil Engineers of the Tacna region was verified on the Last Planner System method focused on sectorization criteria.

Consequently, it was concluded that, applying this methodology, elaborating a correct sectorization examining criteria that release restrictions that limit an efficient process flow of the execution of all the works and / or necessary activities (providing elemental quality and safety), the results are optimal because you have a high level of productivity.

KEY WORDS

- Last Planner System
- Sectorization
- Productivity
- Malls

INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene el propósito, de aplicar el método de Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de Centros Comerciales, en la provincia de Tacna. Lean Construction es una filosofía para la ejecución de labores en la construcción, destinada a maximizar el valor del producto para el cliente, mediante la minimización o eliminación del desperdicio; permite controlar la alta variabilidad del sector construcción. En la forma tradicional, la construcción se ha comprendido como el proceso en el que las materias primas (entradas) son convertidas en producto (salida). Este método de producción llamado “Modelo de conversión de Procesos”. El proceso es dividido en “subprocesos de conversión”. Por tanto, este método enfatiza en la minimización y/o eliminación de las pérdidas de un proceso, y analiza 3 tipos de trabajo en obra: Trabajo productivo - TP, Trabajo contributivo - TC y Trabajo no contributivo -TNC.

Hasta el presente año 2018, existe una preocupación por hacer construcciones más eficientes y de calidad, para lo cual requiere incorporar formas de actuar más novedosas, actualizadas que respondan a expectativas modernas.

Es por ello, que bajo la premisa de Virgilio Ghio, en su libro “Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta” menciona que es importante entrenar y transmitir los conceptos de esta filosofía a los subcontratistas para mejorar los niveles de producción, llevar un mejor control y optimizar el tiempo de ejecución. Entonces, el objetivo es de establecer el grado de conocimiento que existe entre los residentes de obra en la aplicación de la filosofía antes mencionada, por lo que se ha desarrollado el trabajo de investigación titulado: **“APLICACIÓN DEL MÉTODO LAST PLANNER SYSTEM ENFOCADO A CRITERIOS DE SECTORIZACIÓN PARA LA CONSTRUCCION DE CENTROS COMERCIALES, EN LA PROVINCIA DE TACNA - 2018”**, con la finalidad de analizar. Por lo antes referido, el estudio está compuesto siguientes capítulos:

El capítulo I, denominado Planteamiento del problema, se realiza la descripción del problema y formulación del mismo, justificación, importancia, así como los objetivos e hipótesis de la investigación.

El capítulo II, denominado Marco teórico, se presentan los antecedentes de estudio, las bases teóricas de la variable Last Planner System y productividad que sustentan la investigación, así como la definición de términos.

El capítulo III, señala el marco metodológico, en el que se considera el tipo y diseño de investigación, población y muestra, operacionalización de variables de estudio que corresponde al trabajo a desarrollarse, así como también las técnicas e instrumentos de recolección, procesamiento y análisis de datos.

El capítulo IV y V, refiere a los Resultados y Discusión, se evidencia la confiabilidad de los instrumentos aplicados a los ingenieros con la finalidad de analizar Last Planner System, sectorización y productividad.

Finalmente se precisan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, seguidas de las referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Siguiendo los lineamientos tradicionales con los que se construyen diferentes tipos de obras civiles, se ha demostrado un mal desempeño y factores que afectan la productividad como el planeamiento y programación, la correcta sectorización de obra, el uso, la calidad, seguridad y salud en la obra.

Una de las metas de esta investigación es mostrar cómo se maneja la producción en la construcción de centros comerciales de las diferentes empresas constructoras de la ciudad de Tacna aplicando la filosofía Lean Construction, Last Planner system con los criterios de sectorización como ratios de producción, así, como establecer una metodología para la ejecución los trenes de actividades. Hay proyectos que tienen sus cronogramas representados por un Tren de Actividades y aplica principalmente en proyectos en los que la variabilidad es reducida, y que es posible descomponer en partes equivalentes de trabajo. Esta herramienta está orientada a optimizar actividades repetitivas y secuenciales, pero también permite convertir un Proyecto no repetitivo en repetitivo.

La idea es que un grupo que trabaja en un sector pueda lograr una repetición del trabajo equivalente al número de sectores totales, es decir la cantidad de trabajo debe ser equivalente en cada sector considerando la aplicación de criterios, la producción utilizando el análisis de precios unitarios y el presupuesto de la obra, así como también la cantidad total de horas de ejecución que tendrá cada actividad según la jornada diaria respectiva y las cuadrillas con las que se realizarán las tareas. El detalle de listado de actividades deberá ser tal que se permita entender clara y ordenadamente el procedimiento de las mismas.

Entonces tomando como referencia la información proporcionada por las unidades orgánicas de la Contraloría General de la República del Perú y Órganos de Control Institucional, se tiene que las entidades del Gobierno Nacional y Regional, al 31 de julio de 2018, tienen 867 obras paralizadas por un monto contratado de S/16,870,855.767 a nivel nacional; aproximadamente la mitad en todas las regiones del Perú; y 15 obras paralizadas en la región de Tacna. Las causas de la paralización de las obras son: arbitraje, deficiencias técnicas, incumplimientos contractuales,

limitaciones presupuestales, disponibilidad del terreno; por tanto, esto se debe a la deficiencia de la planificación y ejecución de las obras.

En el trabajo de investigación: Implementación de Last Planner System en actividades de Concreto Armado para proyectos de edificación industrial, se presentan dos casos de estudio, con retrasos de 25 y 10 días respectivamente, en la ejecución de las obras, por una deficiente planificación. Por tanto, en ambos casos de estudio no se cumple con el objetivo de cumplimiento de los plazos contractuales. Los desvíos en el Proyecto N° 01 se deben principalmente a una inadecuada planificación y programación de actividades. (Cornejo, K. y Gonzáles, F. 2017). p.34.

Por otro lado, se tiene que según el reporte “Análisis de obras registradas en el INFOBRAS” con fecha al 20 de mayo del 2015 señala que la región de Tacna cuenta con 668 obras registradas, con 8 obras paralizadas por el monto de S/ 22´ 855 427 millones de soles (CGR, 2015).

De igual manera se cuenta con el retraso de la obra “Construcción del Centro Comercial Bolivia” – Tacna, ubicado en Av. Industrial Nro. 1636, Distrito, Provincia y Departamento de Tacna, presuntamente por deficiente planificación de Obra, lo que conllevó a una paralización.

Asimismo, en la provincia de Tacna, la mayoría de las construcciones usan la planificación tradicional de obra, que se basa en realizar el plan de obra con fechas programadas, observando la duración de las partidas, así como el plazo total de ejecución de obra, sin embargo, no se tiene la certeza de cómo se logra cumplir con los plazos de ejecución planificados. Dicha planificación es elaborada por los responsables a cargo en base a experiencia en otras obras, donde se utilizan diversas herramientas como el MS Project, diagrama de Gantt, PERT, CPM, entre otros; y no se planifica de manera adecuada el uso óptimo de los recursos, el plan de ataque de obra, la secuencia de actividades mediante un correcto diseño de lote de producción y dimensionamiento de cuadrillas, cronogramas de adquisiciones de materiales, liberaciones de restricciones, entre otros factores que son determinantes durante la ejecución de la obra. Los factores mencionados conllevan al atraso, entregas fuera de plazo y grandes pérdidas para la empresa.

La principal causa radica en que los proyectos de construcción en esta ciudad son inciertos. Este es un problema siempre presente en el rubro de la construcción,

si no fuera así el problema de los plazos estaría solucionado y no sería un dolor de cabeza para las empresas constructoras. De aquí surge la principal motivación de este tema de investigación, que es evaluar la productividad de la mano de obra con la aplicación de "Last Planner" o "Último Planificador", específicamente en el buen uso de sectorización, planteando posibles mejoras con el fin de tener una herramienta más poderosa y adaptada a la realidad de la construcción de centros comerciales y sobre todo que ayude a mejorar el flujo de trabajo y control de áreas productivas en la construcción.

1.2. Formulación del problema

La gestión de proyectos en el sector de la construcción debe ser estudiada y mejorada con el fin de obtener un proyecto organizado en el cual los autores que intervienen se involucren en la planificación y en el diseño con el fin de garantizar la productividad, entrega de la obra a tiempo, a un menor costo y con una mayor calidad. En el caso de no administrar correctamente un proyecto de obra civil, se producirá un comportamiento errático, un bajo cumplimiento, baja productividad, malos estándares de calidad, pérdidas y descoordinaciones entre los autores de la obra civil, por tal razón aplicamos la filosofía Lean Construction y el método Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de centros comerciales, en la provincia de Tacna.

Asimismo, describiremos las herramientas que propone la filosofía Lean Construction para el mejoramiento de la productividad e Implementando una metodología para verificar la funcionalidad de la filosofía Lean dentro del proyecto. Finalmente es factible analizar la implementación del Last Planner System para la construcción de centros comerciales de Tacna, bajo ciertas normas de estandarización.

PROBLEMA GENERAL

¿Cómo aplicamos el método Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de centros comerciales, en la provincia de Tacna – 2018?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿De qué forma describimos las herramientas que propone Lean Construction para el mejoramiento de la productividad?
- ¿Cómo determinamos el grado de conocimiento de los Ingenieros Civiles de la región Tacna sobre la Herramienta Last Planner System enfocados a criterios de sectorización?
- ¿Cómo analizamos y comparamos el modelo de programación tradicional y la metodología Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de centros comerciales de Tacna?

1.3. Justificación e importancia

Según Picado, L. (2015) cita lo siguiente:

Mediante la aplicación de técnicas y herramientas es posible realizar proyectos de construcción con un enfoque basado en la filosofía LEAN CONSTRUCTION de mejora continua de los procesos y la optimización de los recursos. Esto permite reducir los costos de construcción correspondientes a la ejecución de un proyecto de construcción, generando así múltiples beneficios para la empresa.

Según M. Taco (2015) cita lo siguiente:

Mediante las herramientas del Sistema del Último Planificador "...se logró realizar un análisis de confiabilidad de planificación, lo que permitió conocer las causas de no cumplimiento y el porcentaje de plan cumplido en la obra...".

Chávez, C. (2016) afirma que muchas de las ineficiencias en la construcción de estas Estaciones Base Celular (EBC) se dan por factores imputables a las fallas en los supuestos que sirven de base de las planificaciones de obra, los despilfarros, el bajo rendimiento de mano de obra. Las empresas privadas para las que se ha ejecutado supervisiones de obras civiles registran significativos incumplimientos en los plazos de entrega de obra, costos excesivos y baja productividad; por lo que urge mejorar estos procesos, minimizar las fuentes de pérdida de recursos, esfuerzos, tiempo. En efecto los responsables de ejecución de este tipo de edificación necesitan gestionar los procesos con el mínimo de incertidumbres en sus planificaciones, mejorar la calidad y productividad en las actividades, reducir costos y maximizar valor para el cliente.

Sucapuca, V. (2017) afirma que el proyecto del que se tratara en esta tesis, tiene un contrato a Suma Alzada por lo que los riesgos son asumidos por la empresa HYDRAULIC TS, por esta razón es necesario tener un control óptimo de los recursos, ya que no se logra superar el costo fijado en el contrato. Su trabajo, se realiza para brindar conocimiento de cómo controlar de la mejor manera la producción de los proyectos, utilizando herramientas complementarias a la gestión tradicional de proyectos. Según (Ballard, 2000) El control de producción facilita el flujo del trabajo y la generación de valor, él también nos dice que el proyecto se concibe como un sistema de producción temporal. El modelo de acción correctiva en el control tradicional de proyectos es la corrección del curso trazado por analogía de la trayectoria de un vehículo enlazado para un destino específico con un tiempo de llegada objetivo y un presupuesto de gastos específico o de otra manera de recursos limitados.

En nuestro caso se utilizará la filosofía del Lean Construcción, específicamente la metodología Last Planner System. El aplicar esta herramienta beneficiará a los demás proyectos de construcción que deseen ponerlo en práctica, mejorando la producción del proyecto, y así evitar la incertidumbre del mismo, reduciendo la variabilidad del proyecto. Además, el Last Planner System genera un compromiso general en el equipo de trabajo, gestionando a las personas y no las actividades en sí. Con una implementación adecuada se podrá controlar mejor el tiempo, lo que implica planificar, monitorear y programar. “La planificación decide qué se debe lograr y en qué secuencia la planificación determina la duración y tiempo de la tarea”.

En los últimos años, una de las causas de las obras a ejecutarse es de no cumplir los plazos pactados entre dos entidades.

También justifica la implementación del Last Planner System, el cual permita a los profesionales tener una idea clara de las actividades a realizar mejorando la productividad en el proceso constructivo, adoptando un modelo de planeación y ejecución utilizada en el sector de la construcción.

También el propósito de esta investigación es aportar el mejoramiento de un sistema de gestión de proyectos, a través de la aplicación y estudio de la filosofía Lean Construction con la implementación del Last Planner System compuesta por: Programación Maestra, Look Ahead, Programación Semanal, Programación Diaria, Análisis de Restricciones, y Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), el cual debe permitir garantizar y mejorar la productividad y calidad de la obra.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Aplicar el método Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de centros comerciales, en la provincia de Tacna – 2018.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Describir las herramientas que propone Lean Construction para el mejoramiento de la productividad.
- Determinar el grado de conocimiento de los Ingenieros Civiles de la región Tacna sobre la Herramienta Last Planner System enfocados a criterios de sectorización.
- Analizar y comparar el modelo de programación tradicional y la metodología Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de centros comerciales de Tacna.

1.5. Hipótesis

HIPÓTESIS GENERAL

Es posible aplicar el método Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de centros comerciales, en la Provincia de Tacna - 2018

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Es factible describir las herramientas que propone Lean Construction para el mejoramiento de la productividad.
- Es posible determinar el grado de conocimiento de los Ingenieros Civiles de la región Tacna sobre la Herramienta Last Planner System enfocados a criterios de sectorización.
- Podemos analizar y comparar el modelo de programación tradicional y la metodología Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de centros comerciales de Tacna.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se ha localizado distintas investigaciones acerca de la gestión de procesos y la implementación de la Filosofía y Metodologías Lean Construction. A continuación, enumeramos los trabajos de nivel nacional e internacional más importantes como referencia y con aval universitario.

2.1.1. Nacionales

Guzmán, A. (2014). APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Afirma que la planificación y ejecución de los proyectos de construcción en el Perú está en proceso de cambio. Su implementación está junto con el avance tecnológico que no está a la medida de la industrialización, pero que poco a poco va haciendo más competitivo y productivo. Estos cambios que vienen dándose en Perú, incluyen nuevas metodologías de construcción, entre las cuales está la filosofía *Lean construction*. El cuál tiene el propósito de mejorar a gran nivel la producción de nuestra industria con su método de trabajo enfocado en la reducción de los desperdicios a través de las herramientas, propias de su sistema, siendo las más importantes de ellas el *Last Planner System*, Sectorización, tren de actividades, buffers, nivel general de actividad y las cartas de balance.

Se concluye que la filosofía Lean Construction recién se está adoptando en el Perú por parte de las empresas privada para tener ciertas ventajas, sobre otras debido a la competitividad que existe en la construcción, ya que ésta filosofía ofrece métodos y herramientas que generan una gran optimización de costos y tiempo.

Bracamonte, L. (2015) APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS Y TIEMPOS EN LA AMPLIACIÓN DEL COLEGIO MARKHAM (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

Afirma que, en los últimos años, el modelo tradicional de programación y herramientas de control para la construcción de un proyecto, aplicado a la mayor parte del mercado, se caracteriza por tener procesos ineficientes, con mayor variabilidad en el trabajo y con menor control de este, generando reproceso y

sobrecostos al finalizar el proyecto. Ante esto, surge la siguiente interrogante: ¿Es posible optimizar el sistema de producción, reducir la variabilidad de los proyectos y asegurar un margen mayor de rentabilidad en el proyecto? La construcción se caracteriza por vender pocos volúmenes y tener una gran variedad en sus productos. Según **Barry Render**, autor del libro “**Principios de la Administración de Operaciones**”, las empresas constructoras deben enfocarse en la mejora de sus procesos de forma continua.

Concluyendo que debido a las deficiencias tradicionales que se tienen en la construcción de un proyecto, se mejoran y/o hasta mitigan los desperdicios con un buen control de producción para generar mayores ingresos en un determinado proyecto.

Maldonado, E. (2017) APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS EN EL PROYECTO DE VIVIENDA EL NUEVO RANCHO, SURCO, LIMA” (Tesis de Pregrado). Universidad Privada de Tacna, Tacna.

Afirma que la planificación y ejecución de los proyectos de construcción en Perú está en proceso de cambio. Su implementación está junto a un avance tecnológico que no está a la medida de la industrialización, pero que poco a poco va haciendo más competitivo y productivo. Los cambios que se dan en Perú, incluyen nuevas formas de construcción, entre los cuales está la filosofía Lean Construction.

2.1.2. Internacionales

Naranjo, C. (2013). Tesis - Universidad Católica de Santiago De Guayaquil – Ecuador. “Aplicación del sistema Lean Construction en la construcción en serie de viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil”. El objetivo principal de este trabajo es realizar una comparación entre el método tradicional de administración de construcción y el método Lean Construction, dentro de un proceso de construcción en serie de vivienda de interés social en la ciudad de Guayaquil, teniendo como base para esta aplicación documentos existentes y la aplicación de las herramientas de Lean Construction en la construcción de la urbanización “Ecocity”, construida por la empresa constructora Conbaquerizo Cía. Ltda. La metodología de este trabajo de grado es de carácter práctico-teórico, ya que para hacer el análisis del método hay que analizar la construcción de estas viviendas utilizando los dos métodos de

administración en la construcción: el tradicional y aplicando la metodología LEAN CONSTRUCTION.

Concluyendo que, con el nuevo sistema, el papel del profesional administrador de obra se torna PROACTIVO, ya que es necesario analizar y levantar las restricciones de las actividades para definir las asignaciones de trabajo de la unidad de producción. Además, el análisis de las causas de no cumplimiento de lo planificado ofrece valiosa información, utilizada para evitar la recurrencia de situaciones que generan atrasos y baja productividad en la obra.

Díaz, D. (2007). Tesis – Universidad de Chile – Chile. “APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN LAST PLANNER A LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO HABITACIONAL DE MEDIANA ALTURA” cuyo objetivo es Analizar y evaluar el Sistema “Último Planificador” mediante la implementación de éste en una obra de construcción ubicada en la Quinta Región de Chile. Llegó a la siguiente conclusión, El sistema “Último Planificador” es una herramienta destinada a estabilizar el flujo de trabajo y para ello se basa en los principios del Lean Production aplicados a la construcción. Podríamos decir que en general los cumple, aunque en forma indirecta.

Sin duda, la principal conclusión que podemos sacar es que, aunque en teoría el sistema es una herramienta poderosa para mejorar la confiabilidad y rebajar la incertidumbre en la planificación, en campo existe imposibilidad de implementarla por el mismo equipo de trabajo debido a la gran cantidad de trabajo en terreno que tienen. Para lograr una buena implementación, es necesario que haya un encargado que lidere al grupo. En esta obra se logró un nivel de implementación de un 75%, según la escala descrita en la tesis. Se comenzó con un P.A.C. de 60%, logrando posteriormente una mejora del indicador. El máximo P.A.C. alcanzado fue de un 89% y el promedio de los P.A.C. obtenidos durante las 6 semanas de implementación fue de un 73%, lo cual es un valor aceptable; pero lo importante es que según la figura 6.1 de la tesis se observa una tendencia al alza de este indicador, lo que nos hace suponer que se obtienen mejores resultados en la medida en que se continúe implementando el sistema y éste logre afianzarse. Por último, lo que hay que destacar es que más allá del grado de implementación alcanzado por un sistema de planificación, independiente qué sistema sea, lo importante es la inquietud por mejorar presente en el equipo. Aunque los resultados no sean tan buenos como los esperados y la planificación haya mejorado en un mínimo nivel, lo importante es que se intentó mejorar. Para lograr implementar un sistema de planificación de manera exitosa se requiere organización, disciplina y, fundamentalmente, ganas de mejorar.

Brioso, X. (2015). Tesis – Universidad Politécnica de Madrid – España. El análisis de construcción sin pérdidas (LEAN CONSTRUCTION) y su relación con el Project & Construction Management: Propuesta de regular en país española y su inclusión en la ley de la ordenación de la Edificación. El trabajo se basa en la filosofía de la Construcción sin Pérdidas (“Lean Construction”), cuyos objetivos son: Regular la figura de la Construcción sin Pérdidas (“Lean Construction”) dentro de la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) y Determinar la relación de la Construcción sin Pérdidas (“Lean Construction”) con el Project & Construction Management, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de cada agente en el caso que actúen simultáneamente en un proyecto de edificación. El trabajo concluyó que se debería incorporar adecuadamente al agente de la edificación “Especialista en Lean Construction” o similar.

Costa, C. (2016). Tesis – Universidad de Cuenca – Ecuador. ESTUDIO PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE INTRODUCCIÓN DE FILOSOFÍA “LEAN CONSTRUCTION” EN ETAPA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS, EN EMPRESAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE CIUDADES INTERMEDIAS, CASOS: CUENCA Y LOJA. La investigación determina la pertinencia y factibilidad de implementación de la filosofía Lean Construction. A través del estudio se abordan que no se cumple con el costo, plazo ni calidad que demandan los proyectos e identifica y plantea procedimientos y herramientas basados en esta nueva filosofía, que se enfoca en la producción de valor y propone estrategias y herramientas que sean aplicables a nuestra realidad desarrolladas bajo esta nueva perspectiva de trabajo, con la finalidad de mejorar la eficiencia de los diseños. Concluyendo la investigación en que, las ventajas de la implementación de la filosofía “Lean Construction” en la etapa de planificación y diseño de los proyectos es que se programan las actividades con anticipación teniendo claras las limitaciones o restricciones que se deben resolver.

González, B. (2018). Tesis - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO – MÉXICO. PRINCIPIOS Y HERRAMIENTAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS DE EDIFICACIÓN (LEAN CONSTRUCTION). El objetivo principal de esta investigación es difundir las herramientas y principios Lean Construction, con la finalidad de potenciar el interés de profesionistas involucrados en los procesos de planeación, supervisión y control de obras de edificación, interesados en mejorar los indicadores de desempeño en la productividad, calidad, costo y tiempos de la obra.

En conclusión, la aplicación de las herramientas Lean en un proyecto de construcción, en especial de edificaciones, es posible traer buenos resultados en el desarrollo del proyecto, tanto en la productividad como en el plazo y costo de la misma. Sin embargo, se deben utilizar estas herramientas de manera constante para que las mejoras se vean reflejadas en el avance del proyecto. En el ejemplo que se utilizó para esta investigación se emplearon 5 herramientas Lean las cuales fueron: sectorización, tren de actividades, Last Planner System, 5S's y Kaizen. Estas herramientas son sencillas de aplicar e implementar siempre y cuando los interesados estén dispuestos a romper paradigmas en la forma de administrar la ejecución del proyecto; Aún que para el desarrollo de esta obra se contaba con personal capacitado que apoyaba a los jefes de cada frente, en varias ocasiones no se les tomaba en cuenta; no basta con contar con algunos cuantos que quieran hacer las cosas, el cambio tiene que ser e implantarse en toda la organización ya que Lean es una filosofía de liderazgo, trabajo en equipo que lleva hacia la mejora continua a toda la organización mediante la focalización de las necesidades de los clientes y la mejora de los procesos.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Antecedentes de la Construcción en el Perú

El sector construcción en el Perú y Latinoamérica, necesitan prepararse para afrontar cambios originados por la globalización de mercados, nuevas tecnologías, presencia de empresas constructoras extranjeras.

Consideramos que se requieren alianzas y la suma de esfuerzos entre todos los involucrados en el negocio de la construcción, nos referimos a contratistas subcontratistas, proveedores, clientes, universidades, entes gubernamentales entre otros, para afrontar con éxito el reto de alcanzar estándares de productividad, alcanzados por países desarrollados. Siendo la clave del éxito: **Productividad y Competitividad**

2.2.2. Filosofía Lean Construction

2.2.2.1. Antecedentes de la Filosofía Lean Construction

Esta filosofía nace de una novedad que se desarrolló en la industria, a la que se le conoció como "Lean Production".

Lean comenzó con la industria automotriz, específicamente en el sistema de producción de Toyota (TPS - Toyota Production System), cuando a finales de la 2da. guerra mundial Japón quedó destruido y por ende la industria manufacturera se vio afectada. Toyota quedó con pocos recursos para competir con las empresas de automóviles de Estados Unidos que en ese tiempo estaban en apogeo. Toyota, en cabeza de sus ingenieros Shigeo Shingo y Taiichi Ohno, empezó a ejecutar herramientas de manufactura y gestión que formarían la base para que Toyota gradualmente se convirtiera en uno de los fabricantes de automóviles más importantes y eventualmente, como sucedió en el año 2007, como líder nivel del mundo contando con los mejores estándares de calidad y la óptima rentabilidad y productividad.

2.2.2.2. Lean Production

Definición

Guzmán, A. (2014) Lean Production: “Sistema que tiene como propósito eliminar o reducir al máximo los elementos que no aporten de manera positiva en recursos, tiempo, espacio u otros; para agregar valor al producto, ya que se sabe lo que busca el Lean production es agregarles valor a sus productos eliminando actividades innecesarias (desperdicios)” (p. 6).

Ramírez, C (2012) Lean Production: “Es una filosofía de industria manufacturera que se entiende como una forma de diseñar las operaciones optimizando los sistemas de producción para lograr los requerimientos de los clientes. Desarrollada en la compañía japonesa Toyota, por el ingeniero Taiichi Ohno a finales de la década de los cincuenta, influenciado por los criterios de W. Edwards Deming de Total Quality Management (TQM - Gestión de Calidad Total)” (P. 13).

Todas las actividades en un proceso de producción se separan como en el gráfico siguiente:



Figura 1. Clasificación de las Actividades según Lean Production
(Fuente: Elaboración propia (adaptado de Guzmán, 2014))

Taiichi Ohno (Ingeniero industrial japonés. Es conocido por diseñar el sistema de producción Toyota, Just In Time, dentro del sistema de producción del fabricante de automóviles) revela que desperdicio es todo lo que no agrega directamente valor al producto final o que no contribuye a la transformación de los productos y es esto lo pretende destruir la filosofía de gestión Lean.

Tipos de pérdidas

Taiichi Ohno y Shingeo Shingo determinaron cuáles eran las actividades que no agregan valor siendo definidas como “pérdidas” que dividiéndolos en 7 tipos:

- **Sobre – Producción:** Se refiere a producir más de lo que demanda el cliente.
- **Esperas:** Tiempo perdido entre procesos o dentro de un proceso específico debido a la falta de materiales, herramientas y equipos.
- **Transporte:** Es debido a no tener identificados puntos de acopio que hagan que se transporte continuamente los materiales sin generar apoyo a la producción.
- **Inventario:** acumulación de materiales que también genera transportes y esperas.
- **Sobre-procesamiento:** Cargar de mayor trabajo del necesario a una actividad simple. Es la pérdida más difícil de identificar y reducir.
- **Defectos:** Pérdidas por los trabajos mal hechos.
- **Movimientos:** Cualquier tipo de movimiento que no es necesario para completar de manera adecuada una actividad.

Características

Koskela, L. (1992) presenta las siguientes características para esta nueva filosofía de producción (p. 16):

- Reducir las actividades que no aportan valor.
- Incrementar el valor del producto final mediante los requerimientos del consumidor.
- Reducir la variabilidad.
- Reducir los tiempos de los flujos y los procesos de conversión
- Reducir el número de procesos para realizar un producto.
- Simplificar los procesos para facilitar el control y mejoramiento.
- Enfocar el control en todo el flujo de conversión.
- Aplicar la mejora continua en el proceso.
- Benchmarking.

Según como se ha definido y caracterizado Lean Production, esta filosofía se centra en crear actividades que generan un valor agregado para el usuario, eliminando desperdicios, así como utilizar la mejora continua para aumentar la productividad.

En resumen, el Lean Production busca: Eliminar todo aquello que no produce valor para el cliente final. Organizar la producción como un flujo continuo. Perfeccionar el producto y crear un flujo de trabajo confiable, a través de la disminución de la variabilidad en el flujo, la distribución adecuada de la información y la descentralización de la toma de decisiones. Alcanzar la perfección: entregando bajo pedido un producto que satisfaga los requerimientos del cliente y evitando el inventario.

2.2.2.3. Lean Construction

Según Guzmán, A. (2014) "El Lean construction nació de una adaptación de Lean Production que estaba enfocado a las empresas manufacturadas, entonces es posible entender que existieron dificultades en este proceso de adaptación debido a los distintos que es el proceso de construcción comparando con otras industrias más especializados" (p. 10).

Origen

En la Universidad de Stanford, California, USA, en 1992, el finlandés Lauri Koskela escribió el documento “Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción” en el que estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. El trabajo fue un hito clave en el desarrollo de una corriente de investigación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción. Maldonado (2017) p. 18.

El término Lean Construction fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993.

Ballard y Howell (1998) consideran que el pensamiento Lean, es una nueva forma de administrar la construcción y aplica las técnicas de manufactura a la construcción, tratando de lograr mayor estandarización a los proyectos, considerando la dinámica existente de la construcción.

Howell (1999) explica que la administración de la construcción bajo el pensamiento Lean, es diferente de la práctica habitual ya que:

- Se tienen claros los objetivos de los procesos.
- Contribuye a maximizar el desempeño del cliente en el proyecto.
- Se diseña el producto y el proceso.
- Aplicar el control de la producción durante todo el ciclo del proyecto.

Concepto

Lean Construction, es la producción formada de Flujos y Conversiones para un determinado producto, esta filosofía está basado en el tiempo como parámetro de control.

La Filosofía de la Producción.

- Las actividades de producción son creadas como flujos de materiales e información.
- Los flujos son controlados con el propósito de encontrar una mínima variabilidad y tiempo de ciclo.
- Los flujos son reformulados temporalmente con respecto a su eficiencia mediante la implementación de nuevas tecnologías.
- Los flujos son reformulados temporalmente con respecto a las pérdidas y al valor, intentando eliminar reduciendo aquellas actividades que no agregan valor

Lean Construction (Construcción sin Pérdidas) es un enfoque dirigido a la gestión de proyectos de construcción.

Como resultado de su aplicación se encuentran los siguientes resultados: El proceso de construcción y de operación del proyecto es diseñado conjuntamente para satisfacer las necesidades de los clientes. El trabajo del proyecto se estructura sobre los procesos, con el objetivo de maximizar el valor y reducir las pérdidas en el desarrollo de actividades de construcción. Ramos (2014), p. 7.

El desempeño de la planificación y el sistema de control son medidos y mejorados.

Según el Lean Construction Institute (2018) se define como, “la filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas) al proceso constructivo”. Estas pérdidas se hacen presentes en todo aspecto de una construcción como mano de obra, equipos, materiales, etc.

La cuantificación de las pérdidas en América Latina fluctúa entre el 25% y 35%, según estudios diversos de autores como Ghío, Serpell, Botero y otros, estos altos índices se deben a que pensamos en un modelo erróneo de producción, conocido como “Modelo de Transformación” que es el siguiente:

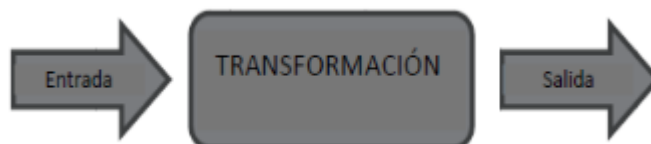


Figura 2. Modelo de transformación.

(Fuente: Ghío (2001) *Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y respuesta* (p. 25))

Nuevas medidas de Desempeño para el Mejoramiento

- Medición de Pérdidas: esperas, trabajos rehechos, defectos etc.
- Medición del Valor: Valor del producto para los clientes internos y externos.
- Medición de tiempos de ciclo: medición de los tiempos de ciclo de las principales operaciones, actividades o procesos administrativos.
- Medición de variabilidad: Desviaciones de plazos, productividades, resistencias, etc.

Objetivos

La filosofía Lean Construction busca lo siguiente:

- Tratar de maximizar los trabajos que contribuyen y agregan valor para el cliente.
- Disminuir el porcentaje de trabajos que solamente contribuyen a la producción.
- Tratar en lo posible de eliminar aquellos trabajos que no contribuyen y que son considerados pérdidas netas.

Las redes orientadas y cerradas siempre tienen actividades con holguras y el objetivo es convertir dichas actividades en críticas (holgura cero) pero teniendo en cuenta los flujos, los mismos que deben ser reducidos al mínimo con el mejoramiento continuo de la disposición en planta (layoutplant) que repercute en una mejora en la producción y por ende en la Productividad. Ramos (2014) p. 7.

Ballard (2000, p. 1) propone que “un proyecto de construcción se divide en fases, cada una con una serie de módulos que se relacionan entre sí, este modelo es conocido como el **Lean Project Delivery System**”.

Beneficios

Un informe sobre el estado de Lean en la Construcción en EE.UU. de McGraw Hill, sobre la aplicación de Lean Construction en proyectos de edificación revelan que en aquellas empresas que ya han utilizado prácticas Lean entre el 70% y el 85% han alcanzado un nivel alto o medio sobre una amplia variedad de beneficios, entre los que se incluyen como resumen los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Beneficios de Lean

Informe sobre el estado de Lean en la Construcción de EE. UU. (2012)	Informe de McGraw Hill Construction sobre la aplicación de Lean Construction (2013)
<ul style="list-style-type: none"> • Mejor cumplimiento del presupuesto • Menor número de cambio de órdenes y pedidos. • Rendimiento más alto de entregas a tiempo • Menor número de accidentes. • Menor número de demandas y reclamaciones. • Mayor entrega de valor al cliente. • Mayor grado de colaboración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor calidad en la construcción. • Mayor satisfacción del cliente • Mayor productividad • Mejora la seguridad. • Reducción de plazos de entrega • Mayor beneficio y reducción de costos • Mejor gestión del riesgo.

(Fuente: McGraw Hill Construction)

La filosofía de producción en construcción, Lean Construction, se enfoca en la optimización de las operaciones productivas de manera coordinada, teniendo siempre un enfoque hacia la eliminación de pérdidas y crear valor del producto o servicio hacia el cliente.

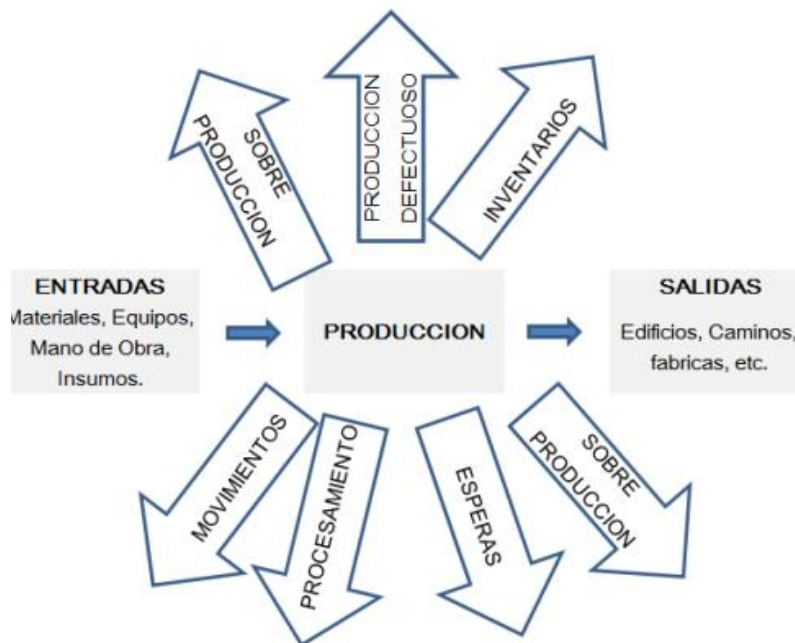


Figura 3. Producción.

(Fuente. Mejoramiento de la productividad en la construcción de obras con Lean Construction.)

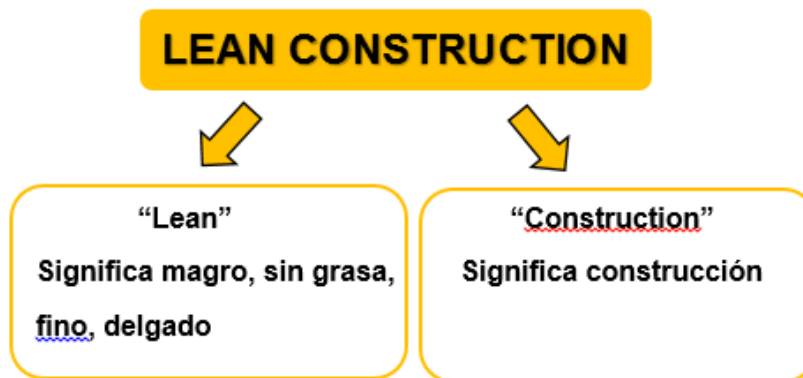


Figura 4. Traducción de Lean Construction.

(Fuente: Lean Construction)

El Lean Construction viene a ser la construcción fina, sin grasa, es decir construcción sin pérdidas.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL LEAN CONSTRUCTION

Ventajas

- Con esta filosofía de producción, un proceso y todos los productos son separados en costo de actividades que dan valor en costo y en costo de actividades que no dan valor (pérdidas), esto permite conocer los tiempos de producción de cada proceso y de los flujos que lo componen.
- El Lean Construction permite minimizar los tiempos improductivos (Tiempos no contributorios), y maximizar los tiempos productivos.
- La Filosofía Lean Construction permite diferenciar las actividades que generan valor, entre aquellas que generan costo y no agregan valor.
- Los flujos son mejorados continuamente, para ello se aplica la programación Lean, realizando programaciones semanales, diarias, insertando confiabilidad al sistema.
- Es la filosofía de producción manufacturera y tiene como objetivo fundamental mejorar la productividad, es un método que usa lo justo y lo necesario para realizar la producción (mínimo inventario).
- Permite optimizar el ciclo de producción.
- Esta nueva filosofía de producción tiene como base la unidad básica de los flujos de material o información de producción, cuyas características son tiempo costo y valor.
- Es una herramienta de la ingeniería que permite mejorar la productividad parcial y total; que va de la mano con el mejoramiento de la calidad.
- Permite realizar el Benchmarking interno en función a los parámetros de medición de la obra y externo comparando los datos reales de producción, ratios, productividad, etc. con los parámetros de la oficina principal y de otros proyectos similares en saneamiento.
- Es aplicable a todos los niveles del proyecto, al nivel Gerencia como se ven en el triángulo de Gerencias de Proyectos y triángulo de la Ingeniería de campo, porque se considera al detalle el Costo de producción, la productividad de la Mano de Obra y de los equipos y de la calidad de la obra.
- En los últimos años, se tiene gran importancia en la seguridad total de la obra, para ello se realizan auditorías capacitaciones al personal y línea de mano, trabajando con políticas "Cero Accidentes".

Desventajas

- Requiere una atención especial y un delicado seguimiento al detalle, tanto desde la programación Lean hasta los controles y reportes.
- Su aplicación inicial fue para la producción industrializada, en nuestro país se tiene una desventaja comparativa con otros países desarrollados donde podemos hablar de la industria de la construcción.
- La mejora en el flujo requiere liderazgo y proactividad de la gerencia en la conducción de acciones internas, la mejora en la conversión requiere una visión de ambiente fuera de la empresa.
- Requiere de una capacitación del personal obrero y de la línea de mando (Ingenieros) dando a conocer las herramientas necesarias de producción y programación Lean.
- Requiere el seguimiento continuo de la ejecución de todas las actividades, día a día, semana a semana, uno no se debe descuidar ni confiar.
- Es muy estresante por cuanto la competencia de los equipos de trabajo es permanente.
- Requiere de incentivos, como los bonos de Productividad, porque de no existir estos incentivos, el personal se desmotiva.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL LEAN CONSTRUCTION

Lauri Koskela (ingeniero Civil finlandés), creador del LEAN CONSTRUCTION, realizó la siguiente anotación:

- 1) Reduce las proporciones de obra no valorizables, actividades llamadas Waste (pérdidas). Que son las actividades que consumen tiempo, recurso o espacio y generan pérdidas. En resumen, se trata de la reducción de las actividades que no agregan valor.
- 2) Aumenta los valores finales del producto hasta las consideraciones requeridas. Es decir, es el incremento del valor de la producción a través de una consideración sistemática de los requerimientos del cliente.
- 3) Reduce la variabilidad (actividades de poco valor) en la construcción, la variabilidad y la incertidumbre son elevadas en función del carácter único del producto y de las condiciones locales que caracterizan a una obra.
- 4) Reduce los tiempos en los ciclos de trabajo. El tiempo es el medidor natural del flujo de procesos. Así el tiempo es el más usado para conducir a mejoras. Un flujo

de producción consigue ser caracterizado por el tiempo del ciclo que se refiere al tiempo requerido para que una pieza o material se convierta en flujo.

- 5) Recorta por minimización el número de pasos, partes y enlaces entre actividades, trabajos en lotes, sectores, fases.
- 6) Aumenta la flexibilidad de los resultados o la salida (Out put)
- 7) Reducción del tiempo del ciclo, a través de la reducción de los tamaños de los lotes.
- 8) Aumenta la transparencia del proyecto.
- 9) Remoción de obstáculos visuales, tales como cercos y divisiones o compartimientos.
- 10) Enfoques prácticos. Establecimiento de un ordenamiento y limpieza básicos para eliminar lo inservible (Método Japonés de las 5S) para mejorar el ambiente de trabajo y fomentar la disciplina en el trabajo, propiciando confianza entre los empleados para realizar la mejora continua.
- 11) Constituye una mejora continua dentro del proceso.
- 12) Es el esfuerzo para reducir los desperdicios e incrementar el valor del producto a través de una actividad interna y creciente, repetitiva, que es llevado continuamente.
- 13) Mejora el balance del flujo.
- 14) Punto de referencia (Bench Mark) o hacer BenchMarking.

CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS (LEAN CONSTRUCTION) NUEVA FILOSOFIA DE CONSTRUCCIÓN

Lo que se conoce como construcción sin pérdidas de acuerdo al Lean Construction Institute es una nueva manera de aplicar la gestión de producción en la Industria de la construcción.

Esta teoría se desarrolla en base a la producción sin perdidas, para observar el enfoque de las diferentes filosofías es importante conocer la filosofía de optimización según Lauri Koskela 1992.

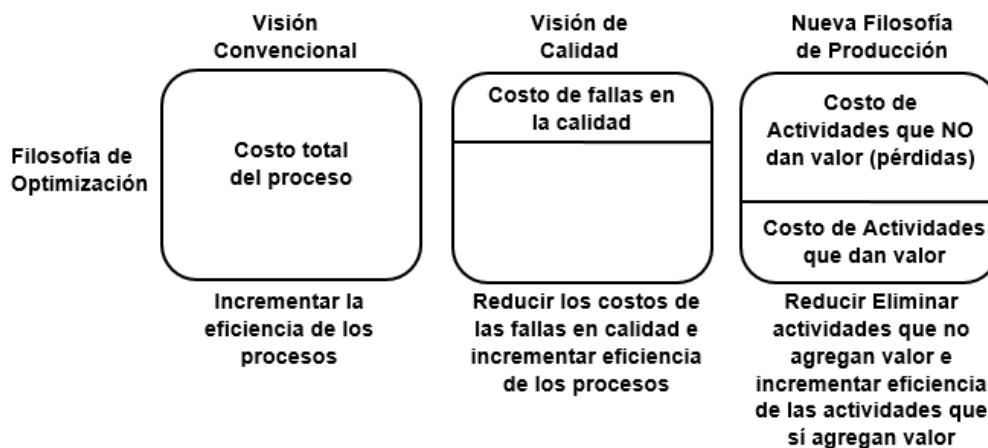


Figura 5. Comparación de los enfoques de diferentes filosofías de producción.

(Fuente: Comparación de los enfoques L. Koskela 1992)

¿Qué es una pérdida?

“Es todo aquello que genera costo, pero no valor” Tenemos en la construcción estas pérdidas como: Las esperas, viajes innecesarios, tiempo ocioso, exceso en consumo de materiales, trabajos rehechos (costos de la no calidad), costos de sobrecalidad (calidad que no valora al cliente, exceso del personal directo e indirecto, exceso del traslado interno del equipo).

¿Dónde se presentan las pérdidas?

Las pérdidas se presentan tanto en los procesos como en los flujos que la conectan.

Pérdidas en los procesos y flujos

- **Pérdidas en flujos:** Cuando los procesos se detienen por falta de información, recurso, directivas.
- **Pérdidas en los procesos:** Cuando la cantidad de recursos (mano de obra, equipos, etc.) usados en un proceso son excesivos.

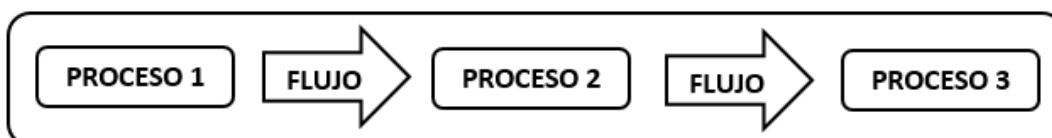


Figura 6. Actividades de Construcción, flujos y procesos de Conversión.

(Fuente: Lean Construction)

¿Cómo eliminar las pérdidas en los procesos y flujos?

Para eliminar las pérdidas en los flujos debemos dirigir los flujos de información, recursos, y directivas, debemos de insertar confiabilidad al sistema para ello tenemos las herramientas como la programación semanal, diaria, Lookahead y análisis de restricciones. Para eliminar las pérdidas en los procesos debemos optimizar los procesos constructivos y para cuantificar estos tiempos es necesario utilizar las herramientas de ingeniería industrial, técnicas de muestreo del tiempo, diagrama Pareto, cartas de balance, reducir el ciclo de trabajo.

NIVELES DE LEAN CONSTRUCTION

Concepto, Principios y Metodologías.

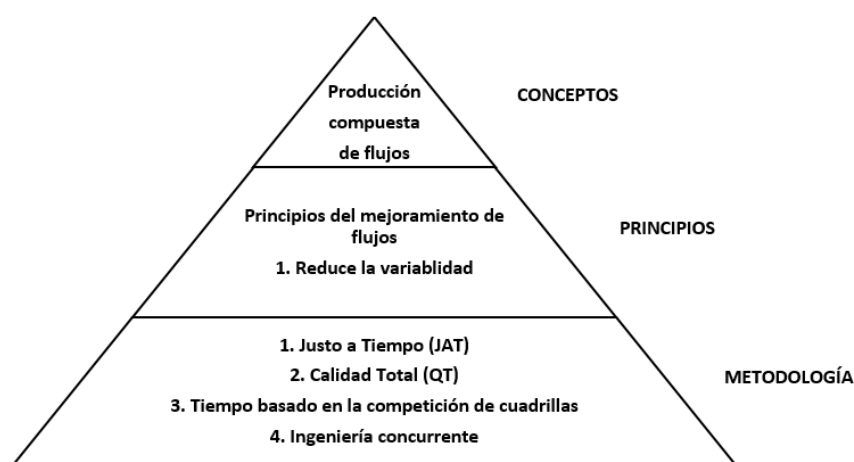


Figura 7. Niveles de Lean Construction.
(Fuente: *Lean Construction Bhagav Dave* (p. 27))

Basados en los principios del PENSAMIENTO LEAN

- Valor: Lo define el cliente y lo crea el producto, eliminar los desperdicios en la ingeniería nuestro valor es construir, dar soluciones.
- Corriente de valor: Identificar dentro del proceso de producción las actividades que generan valor.
- Flujo: Son todas las actividades que comprender para llegar al producto final, son actividades que agregan valor y actividades necesarias que ayudan al producto final.

- Jalar: No se debe de iniciar actividades si no van a tener un ritmo constante de trabajo, siempre tomando en cuenta que es mejor demorarse que arrancar desordenadamente.
- Perfección: Buscar las mejoras aprendiendo de la experiencia, para ello debemos de graficar nuestra habilidad en la curva de aprendizaje.

Factores que afectan la Productividad

Existen diversos factores que afectan la productividad en las obras de ingeniería civil, a continuación, identificamos algunos de ellos. Mala calidad, poca seguridad, sin planeamiento y la programación detallada, sin realizar un sistema de control y seguimiento continuo de obra, baja eficiencia en la producción en campo, Métodos de trabajo no adecuados, exceso en la mano de obra y equipos y diseños inadecuados.

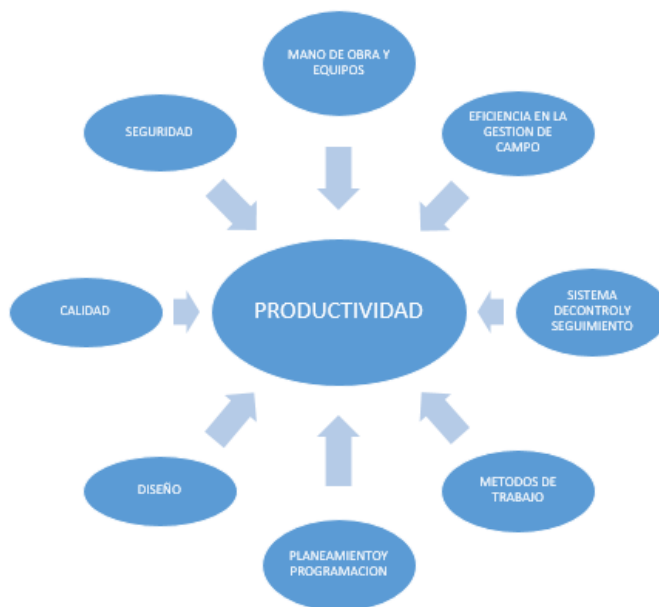


Figura 8. Factores que afectan la productividad.

(Fuente: Filosofía Lean Construction Edifica Constructura.)

LPDS (Lean Project Delivery System)

Lean Construction Institute (LCI) usó el Lean Project Delivery System (LPDS) como un moderno y mejor método para desarrollar los proyectos de construcción, expandiendo los conceptos Lean traídos del estudio de las teorías de producción en la industria a todas las fases de un proyecto.

Según Ballard (2000, p. 2) las características de este modelo son:

- El proyecto se organiza y gestiona como un proceso generador de valor.
- Los agentes que intervienen en el proyecto se involucran en la planificación y en el diseño siendo agentes multifuncionales.
- El control del proyecto se realiza durante el planeamiento y la ejecución.
- La optimización de esfuerzos se centra en conseguir un flujo de trabajo estable.
- La técnica "Pull" (jalar) se utiliza para manejar el flujo de información y materiales.
- Los inventarios se reducen al mínimo indispensable.
- Los ciclos de retroalimentación se incorporan en cada nivel.

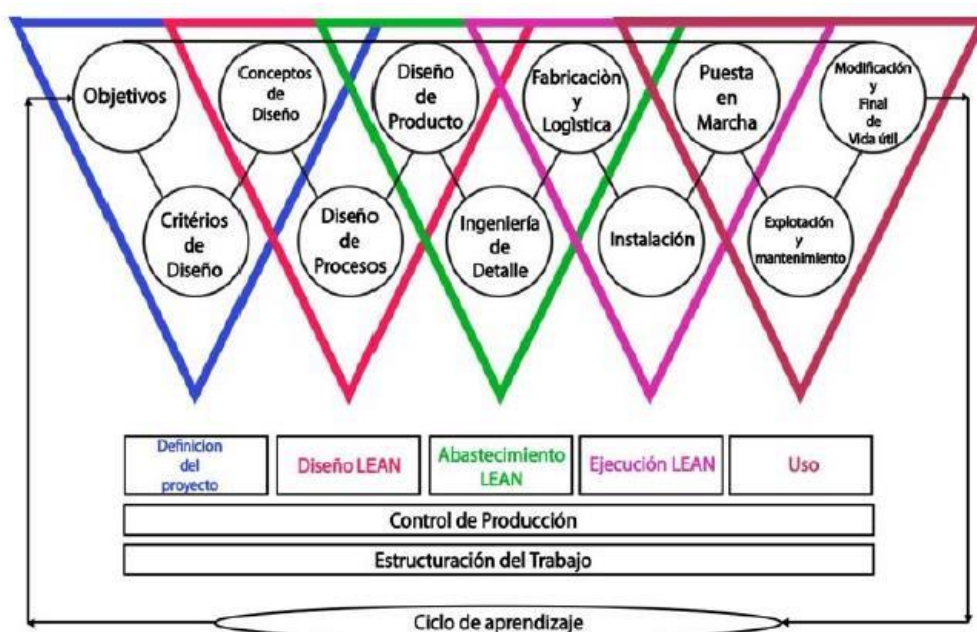


Figura 6. Esquema del Lean Production Delivery System (LPDS).

(Fuente: Adaptado de Glenn Ballard (2000). *Lean Project Delivery system, white paper-8*. (p.1))

De esta manera el Lean Production Delivery System (LPDS), está organizado en 05 fases (Ballard, *Lean Project Delivery system*, 2000, p. 2-7):

- **Definición del Proyecto:** Primera fase en la cual definimos los objetivos (necesidades que el proyecto debe satisfacer), traduciendo estos propósitos a criterios de diseño y generando conceptos de diseño para que los propósitos y los criterios sean aprobados y desarrollados.

- **Diseño Lean:** Su objetivo es diseñar no solo pensando en el producto final sino también el proceso constructivo.
- **Abastecimiento Lean:** Está conformado por el diseño del producto, ingeniería de detalle y fabricación y logística. Durante el diseño del producto se requiere la coordinación entre los proyectistas, proveedores y contratistas para resolver anticipadamente las restricciones que se puedan suscitar.
La ingeniería de detalle se refiere al conjunto de especificaciones que se observan en planos de detalle, especificaciones técnicas, cálculos, etc., describiendo específicamente cómo será el producto. La fabricación y logística se refiere a que los productos sólo serán entregados cuando haya una demanda real en lugar de almacenarse.
- **Ejecución Lean:** Se inicia cuando llegan las primeras herramientas, labores, materiales o componentes y termina cuando el producto es entregado al cliente.
- **Uso:** Esta fase contempla la entrega al cliente final, lo que implica que previamente el producto se sometió a diversas pruebas que certifiquen su calidad.

2.2.3. Last Planner System

El Last Planner o último planificador, generalmente es el capataz, encargado o jefe de obra, se define como la última persona capaz de asegurar un flujo de trabajo predecible aguas abajo. LPS faculta al último planificador, esto para hallar compromiso de entrega en base a la real situación de puesto de trabajo, en lugar de hacerlo en base a los planes teóricos. Se trata de un sistema Pull en lugar de un sistema Push porque es actividad aguas abajo en el flujo de valor la que marca el ritmo. y tira de la demanda, en el que las actividades aguas arriba empujan la producción hacia las actividades aguas abajo, generando cuellos de botella, sobrecarga de inventario y esperas.

El plan de trabajo normalmente se realiza y mantiene en una sala de reuniones, que suele ser una habitación, espacio o caseta habilitada para ello, instalada lo más cerca posible de la obra o lugar de trabajo, donde se ubica el equipo de trabajo.

Definición

Es una herramienta de la filosofía Lean Construction que se ubica dentro del Lean Project Delivery System (LPDS) en la fase de Control de la Producción.

Es la técnica más divulgada dentro de la filosofía Lean Construction. Propuesta en 1994 por Glenn Ballard y Gregory Howell como un sistema de planificación y control de proyectos cuyo fin es contrarrestar los principales obstáculos en la construcción:

- La planificación no se concibe como un sistema, sino que descansa plenamente en la experiencia del profesional a cargo.
- La gestión se enfoca en el corto plazo, descuidando el largo plazo.
- No se hacen mediciones del desempeño obtenido.
- No se analizan los errores de programación ni las causas que las que la originan.

Esto se logra relacionar con el siguiente esquema:

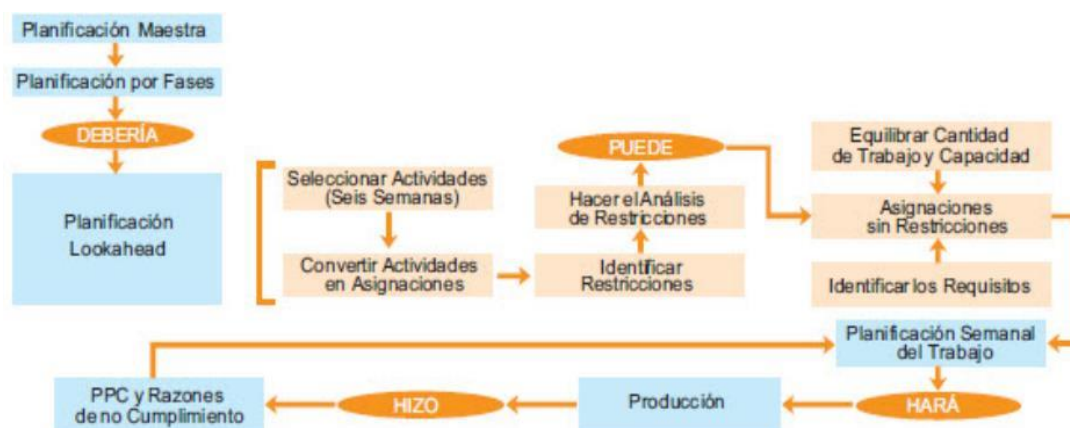


Figura 7. Esquema del procedimiento del Last Planner System®.

(Fuente: (Orihuela & Ulloa, Motiva S.A: Diseño, Construcción e investigación, 2011). La planificación de las obras y el Sistema Last Planner (p. 2))

El LPS, provee un conjunto de procedimientos y herramientas para reducir la variabilidad y la incertidumbre en la construcción, en donde se parte de lo que se “DEBERÍA” hacer; se da especial importancia a lo que se “PUEDE” hacer y finalmente se llega al hacer o a lo que realmente se hará, en contraposición a la planificación tradicional en donde se parte de igual forma del “DEBERÍA” pasa directamente al “HACER” y en el proceso se encuentra que ese hacer se ve limitado por lo que realmente se “PUEDE” ejecutar, generando interrupciones, reprocesos y/o demoras que afectan el cumplimiento de la programación. En las figuras abajo se ilustran estos conceptos.

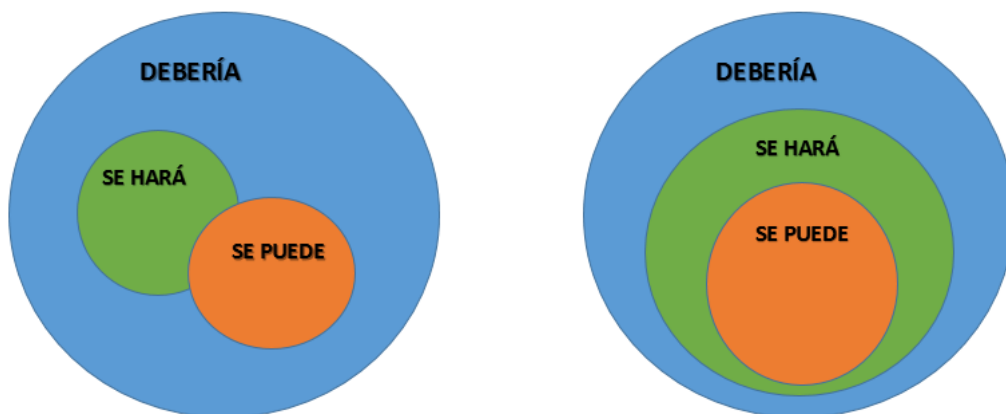


Figura 8. Filosofía de planificación según método tradicional (izquierda), Filosofía de planificación según LPS.

(Fuente: Lean Construction)

El LPS es un sistema de planificación y control de la producción que involucra cuatro procesos: programa maestro, programa intermedio, análisis de restricciones y el programa semanal.

Cronograma maestro

Es una planificación que se realiza previa al inicio de la ejecución del proyecto. Su fin es marcar hitos o acontecimientos en la planificación del proyecto (inicio, entrega al cliente, etapas de la ejecución), por lo cual no debe ser muy detallada. Esta planificación es la base de todo el LPS, es por eso que es fundamental que se realice teniendo en cuenta el desempeño real de la empresa durante la ejecución de las partidas a desarrollar.

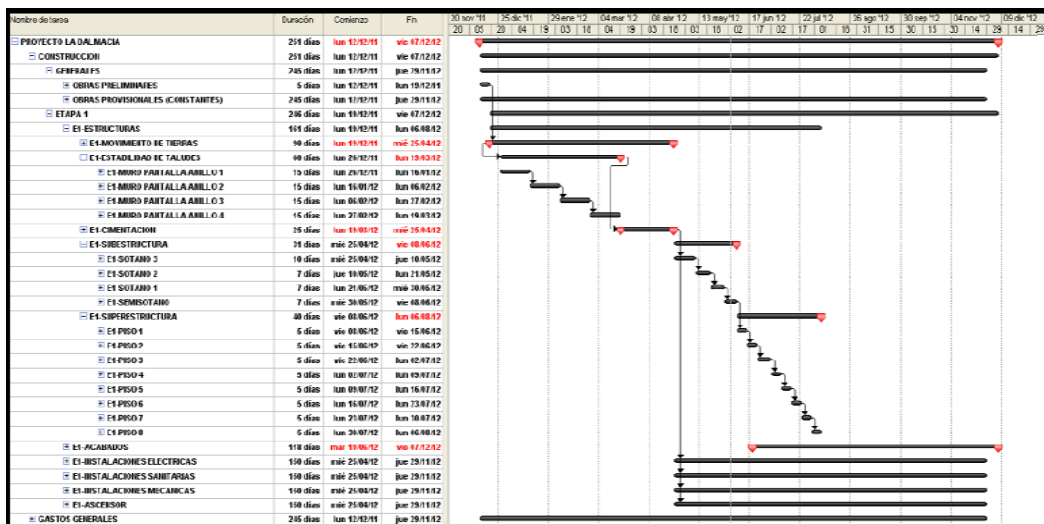


Figura 9. Modelo de Planificación Maestra.

(Fuente: (Ramos Torres, Ríos Velásquez, & Rodríguez Pérez, 2014). Mejoramiento de la planificación utilizando Lean Construction en el proyecto de remodelación Clínica del Parque. (p.17))

El cronograma maestro se genera de la planificación macro tradicional, de adelante hacia atrás, para brindar los hitos más importantes del proyecto y, además, especificar el tiempo de las diferentes fases del mismo. Cubre la totalidad de la duración del proyecto, tiene carácter contractual y presenta actividades a groso modo, con una ventana de tiempo completa. El producto más importante es que este cronograma indica los hitos más críticos del proyecto definidos por las restricciones o los objetivos clave, por ejemplo, fecha de liberación de cimentación de tanques, fecha de llegada de materiales, fecha requerida para la puesta en marcha, entre otros (LCI, 2007).

PLANIFICACION POR FASES

La planificación por fases vincula la estructuración del trabajo y los objetivos del control de producción a cumplir. Sin este nivel de planificación, no se podría asegurar que el trabajo está siendo liberado o realizado en el tiempo exacto para lograr los objetivos del proyecto. La integración y coordinación de varios especialistas es un requisito fundamental. El nivel de detalle se determina por los requerimientos que solicitan los especialistas involucrados en hacer en cada fase del proyecto. Esas fechas de entrega se convierten así en objetivos a alcanzar mediante el control de producción. Lean Construction recomienda utilizar la técnica del Pull Planning y el Team Planning para desarrollar cronogramas para cada fase del trabajo, desde el

diseño hasta la entrega. La programación por fases generada de este modo está basada en objetivos e hitos críticos provenientes del cronograma maestro.

La técnica del Pull Planning está basada en trabajar partiendo de una fecha de entrega y a partir de ella programar “en reversa”, lo que genera que las actividades se definan en secuencia de tal manera que su cumplimiento libera trabajo. Una regla importante del Pull Planning es solo hacer el trabajo que libera trabajo requerido por alguien más. Seguir esta regla reduce el desperdicio de la sobreproducción, además, elimina en gran medida los trabajos que no añaden valor.

El Team Planning, es una herramienta que engloba a los representantes de todas las organizaciones que hacen el trabajo en una fase. Generalmente, los miembros del equipo escriben en papeles o tarjetas de colores la descripción de los trabajos que van a realizar en el orden de liberación requerido. Usualmente la planificación se potencia e incrementa en la sala de reuniones en la medida en que las personas van desarrollando métodos nuevos y negociando secuencias o tamaños de lotes cuando ven que hay impacto en otros por lo que cada uno realiza (LCI, 2007).

Por tanto, se analiza los trabajos a realizarse para cumplir con los hitos, las interacciones entre las distintas especialidades involucradas en la fase y los entregables de cada responsable.

Se realiza bajo técnicas “Pull”, es decir que se busca realizar solo el trabajo que sea necesario para una actividad sucesora.

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.

2.2.4. Programación

Para mejorar la productividad tenemos que insertar confiabilidad al sistema para ello usaremos las herramientas como la programación semanal, diaria, lookahead, análisis de restricciones. Para eliminar las pérdidas en los procesos debemos optimizar los procesos constructivos y para cuantificar estos tiempos es

necesario usar herramientas de ingeniería industrial, técnicas de muestreo de tiempo, diagrama Pareto, cartas de balance, reducir el ciclo de trabajo.

2.2.4.1. Planificación Maestra

Se suele llevar a cabo mediante algún programa computacional de planificación o de gestión de Proyectos, generalmente con mucho detalle y mucho esfuerzo como se hizo en esta obra con el programa Microsoft Project, esta programación tiene una confiabilidad baja. Previamente debe utilizarse la WBS o EDT con la finalidad de estructurar el Programa y permitir una mayor flexibilidad al software de Gestión de Proyectos. El método utilizado para programar es el método de traslapes desarrollando en su tesis doctoral en la universidad de Michigan en Ann Arbor por el ingeniero civil peruano Guillermo Ponce Campos (Gui Ponce de León) y que potenció el modelo de Procedencias de John Fondhal de la Universidad de Stanford (California). Este modelo es el que utilizan todo el software de Gestión de Proyectos. A nivel macro y detalles el Control se realiza con la técnica de valor ganado desarrollado en la década de 1960 y aplicado en contratos en el ejército de EE.UU.

Programa Máster.

Nivel 2: El Look Ahead Planning (Programación con una mirada corta hacia adelante, que abarca entre 2 a 6 semanas

Nivel 3: El Programa Semanal. Basado en el anterior.

Nivel 4: El Programa Last Planner (Último Planificador)

Con este despliegue del Programa se ha logrado que realmente los capataces (Last Planner o último planificador) tengan una guía y llevar un control estricto del avance de los procesos o tareas.

2.2.4.2. Programación Look Ahead Planning. (Programación con una mirada corta hacia adelante)

Es una planificación anticipada de recursos con 3 a 6 semanas de anticipación y cada semana se actualiza y se genera el nuevo Look Ahead Planning. Es mucho más dinámico porque es posible prever con adecuada anticipación los requerimientos de materiales, mano de obra y equipos generando un escudo de la producción.

Pasos a seguir para elaborar un Look Ahead Planning.

1. Tomar plan general cuatro semanas.
2. Detallar Actividades semanales.
3. Seleccionar actividades.
4. Generar Look Ahead.
5. Hacer Análisis de restricciones.
6. Generar actividades "Listas".

PROGRAMACION SEMANAL

La mayoría de las actividades viene del "Backlog" de actividades ejecutables del Look Ahead Planning, son tareas que tenemos bastante certeza que se podrán ejecutar en las semanas siguientes las programaciones semanales sirven como marco de referencia para planificaciones diarias-horarias en esta se evalúa el PPC (porcentaje de plan completado) con un listado de razones que generaron el No cumplimiento. La Programación semanal es muy importante porque en base a ella se analiza en una reunión semanal los PPC y se establecen las correcciones pertinentes.

PROGRAMACION DIARIA

Balancear la capacidad de producción real de las cuadrillas con la cantidad de trabajo que se asigne, generalmente la tarea se encarga al maestro o capataz. Con la programación diaria se asigna mejor los recursos ya que están al criterio del Ingeniero para observar si se cumplen metas de avance, con esta programación se reduce las pérdidas relacionadas al trabajo diario.

TRENES DE ACTIVIDADES

Es una herramienta para administrar actividades repetitivas y secuencialmente, tales como montajes de Líneas de transmisión, estructuras de edificaciones, tendidos de tuberías, etc. En un tren de actividades, éstas van conectadas como "vagones", se logra que las holguras se reduzcan a cero, se debe partir los volúmenes de trabajo en porciones pequeñas más manejables.

Pasos a seguir para generar un tren

1. Sectorizar el área de trabajo (Áreas pequeñas, curva de aprendizaje)
2. Listar actividades necesarias.

3. Secuenciar las actividades, incluir cochones de tiempo necesario
4. Dimensionar recursos.

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

Sirve para evaluar los recursos que necesitaremos al ingresar a un frente nuevo, con los responsables para resolver las necesidades y en las reuniones semanales se levanta las observaciones, el análisis de restricciones se realiza todas las semanas conjuntamente con el plan semanal.

ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD

El análisis de confiabilidad se realiza a las actividades que fueron programadas en la semana anterior, es un % de plan completado o PPC (porcentaje de programación cumplida).

PROCESO DE MEJORA CONTINUA

El proceso de mejora continua tiene que ver con la actitud competitiva que deben tener todos los ingenieros de la empresa, buscando siempre establecer Benchmarking internos y externos.

La mejora de la calidad debe concebirse como un proceso y no como una meta. Esta idea se refleja claramente en el ciclo de Deming o ciclo PECA (Planificar, Ejecutar, Controlar y Actuar). Se requiere un compromiso con el aprendizaje.

PANEL DE CONTROL DE OBRA

Cuadro mensual en el cual se muestra el avance de la obra, la curva S de valorización, productividad, índices de confiabilidad, las proyecciones de los resultados en costos, reclamos de adicionales, ratios de seguridad en obra, brechas de costos directos y gastos generales.

2.2.5. Criterios de Sectorización

Se llama sectorización a la división del área de trabajo en partes iguales utilizando el plano de planta de los distintos niveles del edificio que no sean típicos y los metrados correspondiente a las partidas más críticas. Además, se llama sector a la unidad de producción diaria que se debe ejecutar durante una jornada de trabajo.

La ventaja de este método es la disminución del tamaño de lote de trabajo, liberando frentes de trabajo de manera más ágil que del modo convencional, además crea un mejor orden en el trabajo, y facilita de control del mismo.

El procedimiento más recomendable a realizar para sectorizar es el siguiente:

- Verificar cuál es la partida(s) crítica o partida cuello de botella durante la formación de un tren de trabajo.
- Tener el metrado por niveles y por elementos si fuera posible, de la partida(s) identificada como cuello de botella.
- Se debe proponer el número de sectores con el que se desee trabajar.
- Es recomendable tener al menos 02 propuestas de número de sectores.
- El número de sectores depende no sólo del metrado a ejecutar sino del tiempo que se dispone según el Cronograma Maestro y de la extensión del proyecto.
- Se divide el metrado de cada nivel no típico entre el número de sectores propuestos, este metrado resultante será el metrado promedio que se debe buscar durante este proceso.
- El sector debe considerar además criterios constructivos y estructurales como las vigas se encofran en su totalidad, las losas aligeradas se encofran por partes solo si se respeta que el corte sea en el sentido de las viguetas, el vertido de concreto en vigas y losas se dividen en los tercios.

a) Áreas de construcción

Sectorización:

Para ejecutar la sectorización se debe tener definido el método constructivo, luego tener el metraje de las actividades generales en unidades definidas de preferencia en m³, m² y/o ml, luego dividir los metrados totales entre la cantidad de sectores con los que se desea realizar la obra, siempre cuidando que los sectores tengan similar cantidad de elementos especiales a ejecutar (para que no se produzca atrasos o adelantos) por un desbalance en las capacidad de producción entre las cuadrillas, con el gran cuidado de los criterios constructivos y estructurales que puedan afectar la calidad de la obra.

Una vez definido los sectores y las actividades de la sectorización se tienen que dar a conocer al personal involucrados en estos trabajos de forma clara y visible de preferencia en un mural para que contribuya a dar órdenes, tomar mediciones y controlar la ejecución de actividades que se han programado.

b) Insumos más incidentes

Son los recursos que se emplean para la construcción y ejecución de las diversas actividades de una obra civil.

- **Concreto:** Se denomina concreto a la mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua, que se endurece conforme avanza la reacción química del agua con el cemento.

La cantidad de cada material en la mezcla depende de la resistencia que se indique en los planos de estructuras. Siempre la resistencia de las columnas y de los techos debe ser superior a la resistencia de cimientos y falsos pisos.

- **Acero:** El Acero es uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil y adaptable. Ampliamente usado y a un precio relativamente bajo, el Acero combina la resistencia y la trabajabilidad, lo que se presta a fabricaciones diversas. Asimismo sus propiedades son manejadas de acuerdo a las necesidades específicas mediante tratamientos con calor, trabajo mecánico, o mediante aleaciones.
- **Tipos de encofrado:** Sistema de moldes temporales o permanentes, que se utilizan para dar forma al hormigón u otros materiales similares como el tapial antes de fraguar.

Existen tipos de encofrados:

Tradicional:

Es utilizado en las obras con piezas de madera aserrada y rolliza, o con contrachapado. Se usa principalmente en obras de poca o mediana importancia, donde los costes de mano de obra son menores que los del alquiler de encofrados modulares

Modular o sistema normalizado:

Cuando son de módulos prefabricados, de metal o plástico. Es muy útil en obras de gran volumen.

- **Excavación:** Las excavaciones indicadas en estas especificaciones se refieren al movimiento de tierras necesario para construir la cimentación de la estructura y la nivelación del terreno (cortes y relleno) necesarios para obtener los niveles del proyecto. Se deberá considerar la posible existencia de instalaciones subterráneas por lo que debe investigar y actuar con los cuidados del caso.

c) Mano de obra calificada

Capataz:

El capataz es el responsable del equipo de operarios al que se asigna la ejecución material de un trabajo de obra determinado. En una obra pequeña, las funciones del encargado y el capataz suelen recaer en una misma persona.

Operarios:

En la primera y mayor categoría se encuentran los albañiles, carpinteros, ferreros, pintores, electricistas, gasfiteros, plomeros, almaceneros, chóferes, maquinistas cuando desempeñan las funciones de operarios mezcladores, concreteros y wincheros, mecánicos y todos los calificados en una especialidad del ramo como los que se dedican a la construcción de puentes, caminos y túneles.

Oficiales:

Ayudantes u oficiales son los trabajadores que se desempeñan como ayudantes de los operarios en calidad de auxiliares de ellos por no haber alcanzado calificación en la especialidad.

Peones:

Los peones son los trabajadores no calificados que son ocupados en diversas tareas de la actividad constructora.

d) Metrado

Según la Resolución Directoral N° 073-2010/VIVIENDA/VMCS-DNC, Normas Técnicas de Control, "Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas" da la siguiente definición "El Metrados": Constituyen la expresión cuantificada de los trabajos de Construcción que se han previsto ejecutar en un plazo determinado. Estos determinaran el Costo de Obra, por cuanto representan el volumen de trabajo por cada partida.

e) Espacios Confinados

Se trata en general de lugares cerrados, excepto una parte o entrada, con riesgos anexos específicos. Un espacio confinado es cualquier recinto con aberturas limitadas de entrada, salida y ventilación natural desfavorable, en el que se acumulan contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador.

f) Disponibilidad de insumos

La disponibilidad de insumos, tanto humanos como materiales y financieros, es otro factor que condiciona el tamaño del proyecto. Los insumos podrían no estar disponibles en la cantidad y calidad deseada, limitando la capacidad de uso del proyecto o aumentando los costos del abastecimiento, pudiendo incluso hacer recomendable el abandono de la idea que lo originó.

g) Diferencia entre colaboración y cooperación

La diferencia principal entre colaboración y cooperación, a juicio del que escribe, es la creación de los intereses individuales contra los intereses comunes. La cooperación, genera una motivación encaminada al logro de beneficios mutuos que la colaboración no consigue. Cerveró, F. (2015) p.26.

TREN DE ACTIVIDADES

¿Qué es tren de actividades?

- Es sistema balanceado de producción constante
- Es Aplicado a proyectos donde:
 - La variabilidad es reducida
 - Físicamente el trabajo se divide en partes iguales
- Se conoce también como programación rítmica o lineal

Características:

- Si se aplica, la Eficiencia del sistema es la óptima
- Ayuda a optimizar actividades secuenciales y repetitivas:
 - Edificaciones
 - Montajes de TL
 - Tendido de tuberías
- Las actividades (procesos) son consideradas como una estación de trabajo.

- Se busca que todas las estaciones estén balanceadas en capacidad y demanda.
- Todos los procesos son Cuello de Botella -- > Todas las actividades son Ruta Crítica.
- Todos los días, cada cuadrilla produce lo mismo. Consecuentemente, todos los días se tiene el mismo avance en el Proyecto.
- La cantidad de recursos necesarios es constante.
- La cantidad de trabajo que se ejecuta en todas las estaciones en la misma.
- La Capacidad de cada estación está diseñada para la cantidad de trabajo.
- Todos los días se tiene el mismo avance.

Pasos a seguir para generar un tren de actividades

1. *SECTORIZAR* el área de trabajo. Áreas pequeñas: curvas de aprendizaje.
2. *LISTAR* actividades necesarias.
3. *SECUENCIAR* las actividades (incluir colchones de tiempo de ser necesario).
4. *DIMENSIONAR* recursos (MO, Eq, Mat, SC).

Paso Clave: Sectorización

- Consiste en dividir el proyecto en áreas o sectores similares
- La cantidad de tarea por sector deberá ser realizada en 1 día.
- Encontrar áreas físicas (sectores) que tengan volúmenes equivalentes de trabajo de las diferentes actividades.

PASO CLAVE: SECTORIZACIÓN

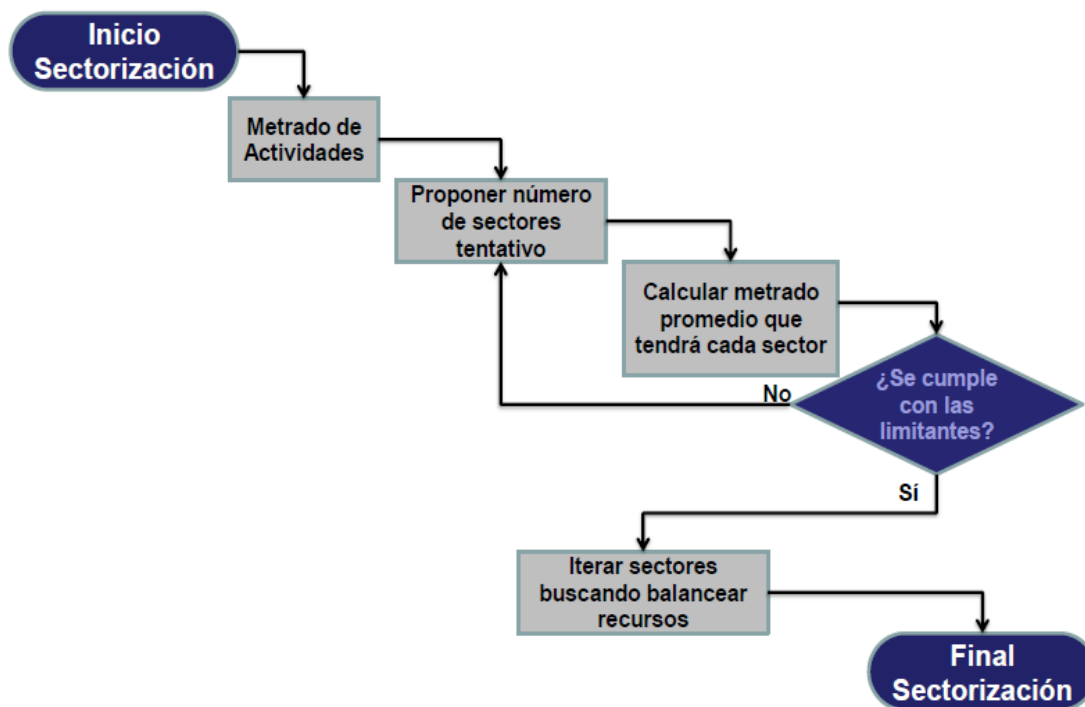


Figura 10. Pasos para sectorizar.

Fuente: *Filosofía Lean Construction Edifica Constructura*

Consideraciones Estructurales para una óptima Sectorización

- Para la sectorización, se debe tener en cuenta algunas reglas constructivas y estructurales:
 - Las vigas deben estar encofradas en su totalidad.
 - Las losas aligeradas son encofradas por partes únicamente si se respeta que el corte se de en el sentido de las viguetas.
 - El vaciado de vigas y aligerados es partido a los tercios, o donde señalen los ingenieros estructurales, no se rechaza la idea de unir el concreto con la junta fría ni instalar refuerzos adicionales.



Figura 11. Consideraciones estructurales para una óptima sectorización.

(Fuente. Filosofía Lean Construction. Edifica constructora)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TREN DE ACTIVIDADES

Ventajas

- Curva de aprendizaje y especialización.
- Avance de obra con un porcentaje mínimo de retrabajos.
- Facilidad de Control.
- Mejor productividad.

Desventajas

- Como se hace que todas las actividades sean críticas, el que solo una no se cumpla genera inproductividad de todo el sistema de programación y un probable incumplimiento del plazo.
- Se debe planear el buffer de acuerdo a la variabilidad y restricciones que se puedan presentar.

Aspectos Organizativos – Estratégicos

- En esta etapa se debe planear cómo manejar:
 - La Gestión Contractual
 - El Asesoramiento y control de calidad
 - Los RRHH
 - Los temas administrativos
 - La logística

Se determina la organización necesaria para el desarrollo del proyecto y como se va controlar el proyecto.

- Definir formalmente el nivel de detalle necesario de análisis del proyecto. Por ejemplo:
 - Cronograma General
 - Cronograma de Mano de Obra
 - Cronograma de Mano de Obra por especialidad
 - Cronograma de mano de Obra por Categoría.
- Identificar los factores Claves de éxito:
 - Cada proyecto, de acuerdo a sus circunstancias, entorno, exigencias, etc., tendrá diferentes factores para su éxito.
 - Ejemplos:
 - Escuelas de Soldadores
 - Talleres Laborales

Diseño de Procesos Críticos

Es necesario tratar de identificarlos al inicio para que sean diseñados formalmente, considerando las necesidades de todos los involucrados.

Por ejemplo:

- Calidad de Redes industriales
- Solicitar acero en provincia inaccesible

Definiciones en Programación

• LOOKAHEAD

Es una herramienta de mediano plazo (cuyo tiempo generalmente va de 4 a 6 semanas) que tienen tareas que son extraídas del Cronograma Maestro contando con un gran nivel de detalle.

- **ANÁLISIS DE RESTRICCIONES**

Es la actividad de reconocer y proveer con una anticipación adecuada de todo lo que se necesita para llevar a cabo una tarea del lookahead.

- **PLAN SEMANAL**

Lista de Tareas sin restricciones que comprometidas a ser ejecutadas semanalmente por Producción.

- **PPC (PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO)**

- Índice que mide la eficiencia y veracidad de la programación semanal.
- División de las tareas completadas al 100% entre las tareas programadas. Se contabiliza semanalmente el cumplimiento al 100% de lo programado.

COMPARACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN TRADICIONAL Vs LEAN



Figura 14. Organización de una Obra Tradicional.

(Fuente: Filosofía Lean Construction. Edifica constructora)

Ejemplo de Organización de una Obra

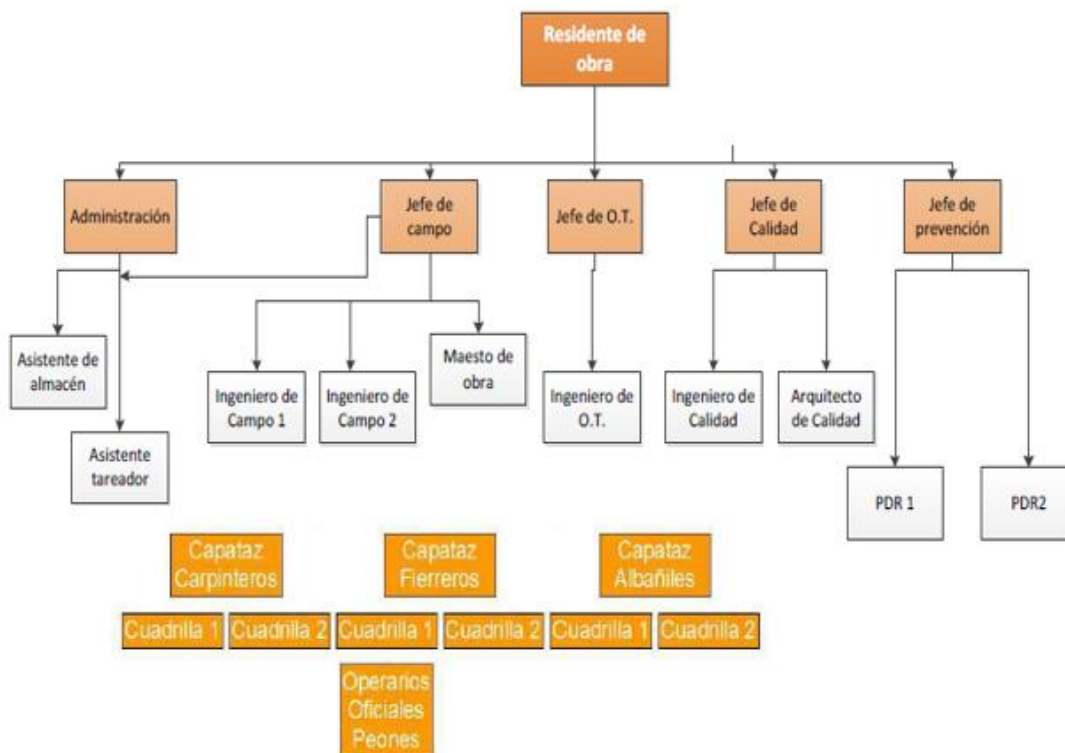


Figura 15. Ejemplo de Organización de una Obra.

(Fuente: Filosofía Lean Construction. Edifica constructora)

2.2.6. Construcción de Centros Comerciales

2.2.6.1. Definición de Centro Comercial:

Son edificios que reúnen de manera planificada varios locales, los cuales se unen al comercio detallista y de servicio ofreciendo al consumidor, la posibilidad de establecer comparaciones y adoptar decisiones en productos de calidad-precio. Los Centros Comerciales mantienen una administración que se encarga de la organización y mantenimiento de edificio, ofrecen al usuario un estacionamiento capaz de albergar el promedio de visitantes diarios.

Debe contar con:

- Una o más tiendas.
- Restaurante, cafetería, bar; como mínimo, bancos, agencias, de seguro y agencias administrativas.
- Diversos giros comerciales.
- Estacionamientos.

2.2.6.2. Clasificación de los Centros Comerciales.

Los centros comerciales se clasifican por su propia imagen y distribución comercial.

- Local comercial: Es un espacio netamente comercial donde se distribuyen exhibidores, mostradores, caja, bodegas, y un medio baño. El área está entre 16 a 48 m² con una altura de 3.50 a 6m.
- “El éxito en el diseño de un local comercial reside en que la arquitectura sea asumida como una forma de publicidad. La exclusividad de la oferta exterior debe relacionarse con el interior y llegar al punto de venta. Ahí es donde termina el papel del arquitecto diseñador. Posteriormente, el proyecto toma su capacidad de persuasión hacia el cliente” (Plazola, Enciclopedia de Arquitectura Plazola (volumen 3), 1996, p. 188).
- Edificio comercial: Se caracteriza por tener en su primera planta locales comerciales y bancos. En las plantas siguientes pertenecen a oficinas, la planta subsuelo por lo general se destina estacionamientos. (Plazola, 1996)
- Tiendas en hileras: Generalmente se extienden de forma lineal ocupando la calle. (Plazola, 1996)
- Bazar: Está destinado a un comercio fijo donde se distribuye por especialidad como calzado, ropa, alimentos, y accesorios. (Plazola, 1996)
- Conjunto Comercial: Son locales que dentro de ellos se maneja diferentes negocios; se conforman de, estacionamientos, plazas, pasillos, y cobertizos. (Plazola, 1996)

2.2.7. Productividad

2.2.7.1. Productividad:

Existen varios conceptos de productividad, Botero y Álvarez (2004) citan a Serpell (1999) quien sostiene que la productividad es “una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”. También se podría definir como una relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Lo que significa que una productividad mayor implica una mayor producción utilizando la misma cantidad de recursos. Según estudios sobre la ocupación del tiempo de los trabajadores en la

construcción se consideró que los trabajadores realizan tres tipos de actividades (Serpell, 2002).

- Trabajo Productivo (TP): Corresponde a las actividades que aportan en forma directa a la producción de alguna unidad de construcción. Ejemplo, vaciar concreto, asentar ladrillos, colocar cerámicos, etc.
 - Trabajo Contributorio (TC): Es el trabajo de apoyo, se define como el trabajo que es necesario para que se pueda ejecutar el trabajo productivo, pero que no aporta valor a la unidad de construcción. Es considerado una pérdida de segunda categoría y se debe minimizar al máximo posible para mejorar la productividad. Ejemplo, recibir y dar indicaciones, leer planos, transporte de material, etc.
 - Trabajo No Contributorio (TNC): Corresponde a cualquier otra actividad realizada por el trabajador y que no se clasifica en las anteriores categorías, por lo tanto, se consideran pérdidas, ya que son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor por lo que se busca eliminarlas para mejorar el proceso productivo. Ejemplo, esperas, descansos, trabajo rehecho, etc.
- La productividad es expresada a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Resultados}}{\text{Esfuerzos}} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Recursos empleados}}$$

En el lenguaje coloquial, en general se usan indistintamente las palabras rendimiento y productividad, sin embargo, es importante aclarar que el rendimiento es definido como la inversa de la productividad, es decir:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Esfuerzos}}{\text{Resultado}} = \frac{\text{Recursos Empleados}}{\text{Cantidad Producida}}$$

Así, ejemplos de indicadores de rendimiento (o ratios) son: hh/m², bls/m³, etc. Los ejemplos antes mencionados son a la vez indicadores operacionales específicos, ya que sirven para tomar decisiones de mejoramiento operacional y se refieren a algún proceso productivo específico que se desea medir.

RENDIMIENTO (ratios)

Cantidad de recursos por unidad producida, ejemplos:

Encofrado ----- hh/m²

Concreto ----- hh/m³

Acero ----- hh/kg

$$\text{Ratio de Producción} = \frac{HH}{\text{Metrado ejecutado}}$$

2.2.7.2. Variabilidad

Rodríguez, C. (2012) define 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.

Los eventos son aleatorios y no es posible predecir ni eliminar en su totalidad, es decir es posible 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.

Tabla 2 Porcentajes de actividades predecesoras

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

(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 comprende 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.

2.2.7.3. Just in time

El Just in time (justo a tiempo) tiene una ideología simple, que el inventario es una pérdida para la producción porque incurre en costos innecesarios, por tal motivo este modelo de gestión de recursos que está basado en los principios del lean production trata de minimizarlo al máximo gestionando adecuadamente el abastecimiento de materiales.

Ghio, V. (2001), afirma que, Just in time es un sistema para la producción o suministro de la cantidad correcta de materiales o productos en el momento justo que es necesario para la producción.

Rodríguez, C. (2012), realiza una definición simple de lo que propone este modelo de gestión de recursos es factible decir que el enfoque del Just in time es "Tener el material adecuado, en el momento adecuado, en el lugar correcto y en la cantidad exacta".

Implementar la ideología del Just in time en las obras del Perú, requiere de un arduo trabajo en la planificación por parte de la obra y en la búsqueda de proveedores serios que tengan interés de practicar esta metodología como política de funcionamiento en su propia empresa, ya que como sabemos los proyectos de construcción dependen en gran parte de los proveedores que nos abastecen de material y aunque existan medios para gestionar adecuadamente los recursos a utilizar en obra como por ejemplo el Lookahead, combinarlo con la ideología que presenta el Just in Time sería asumir demasiados riesgos porque estamos poniendo el avance de obra en las manos de los proveedores y dependemos del tipo de servicio que ellos brindan el cual siempre es distinto al que prometen y además nos exponemos a los efectos de la variabilidad que en general la filosofía Lean Construction busca reducir.

2.2.7.4. Curva de aprendizaje

Rodríguez, C. (2012), afirma que el concepto de curva de aprendizaje fue descrito por primera vez, T.P. Wright en 1936 en un estudio de tiempos requeridos para hacer piezas de aviones, en cual se observó que a medida que el trabajo se realiza los trabajadores van adquiriendo mayor experiencia y por ende el tiempo de ejecución del trabajo se reduce. Wright encontró una relación entre el porcentaje de aprendizaje y la disminución de tiempos en el trabajo asignado, nos dice que cuando una persona haga el trabajo el doble de veces ($2n$) el tiempo de ejecución se verá reducido al porcentaje de aprendizaje.

La curva de aprendizaje busca emplear en la construcción con el uso de la filosofía Lean, en especial mediante el uso de la sectorización (división del trabajo en cantidades similares) y el tren de actividades (cuadrillas que hagan una sola labor). El uso en conjunto de estas 2 herramientas nos permite lograr un proceso de especialización de los trabajadores en las labores que realizan, incrementando de esa manera la eficiencia de ejecución de los trabajos lo cual se aprecia en la medición de rendimientos durante el progreso de la obra. Estos rendimientos por consiguiente deben mejorar durante la duración del proyecto.

2.2.7.5. Regla de Pareto

La regla de Pareto, conocida como la Regla del 80/20 (o 20/80), indica que, de forma general y para un amplio número de datos o fenómenos, aprox. el 80% de consecuencias vienen del 20% de causas.

2.2.7.6. Buffers

El planeamiento y la programación en los proyectos de construcción son fundamentales para el éxito de cada proyecto, ya que definen la secuencia, ritmo y duración de todos y cada uno de los procesos constructivos que engloba el proyecto. Sin embargo, las técnicas de programación convencionales no han abordado eficientemente la naturaleza variable de los proyectos, lo que se traduce en retrasos y mayores costos. Aunque ya se está usando la metodología propuesta por la filosofía Lean Construction a través del Last Planner, que reduce considerablemente los efectos de la variabilidad para el proyecto, aún existe cierta variabilidad que no es controlable mediante esta herramienta y es por eso que se plantea el uso de Buffers para contrarrestar los efectos de la variabilidad que escapan del sistema Last Planner.

Los Buffers son de 3 tipos:

- **Buffer de Inventario:** El Buffer de inventario es muy común en los proyectos de construcción y es necesario debido a la poca confiabilidad que tienen los proveedores de este rubro.
- **Buffer de Tiempo:** El Buffer de tiempo representa generar un colchón de tiempo para el proyecto que se pueda usar en el caso de que haya complicaciones y de esa manera no salirnos del plazo establecido.
- **Buffer de Capacidad:** Los Buffers de Capacidad son principalmente partes o partidas no críticas de la obra que se dejan de programar o realizar según el curso normal del proyecto para que se realicen cuando sea necesario un lugar de trabajo para el personal debido a la falta de frente o para colocar los materiales excedentes.

2.2.7.7. La Teoría de las Restricciones (Theory of Constraints)

A principios de los años 1980 el Dr. Eliyahu Goldratt, escribió su libro “La Meta” y empezó el desarrollo de una nueva filosofía de gestión llamada “Teoría de Restricciones” (TOC por sus siglas en inglés). La TOC nació como solución a un problema de optimización de la producción. Hoy en día se ha convertido en un concepto evolucionado que propone alternativas para integrar y mejorar todos los niveles de la organización, desde los procesos centrales hasta los problemas diarios.

La Teoría de las Restricciones (TOC) establece que un conjunto de procesos interrelacionados y dependientes entre sí generan una producción según la capacidad del proceso más lento. La forma de aumentar la velocidad del conjunto es incrementando la capacidad del proceso más lento. Esta teoría se centra en los factores limitantes a los cuales los denomina como restricciones o “cuellos de botella”.

En toda empresa existe por lo menos una restricción, caso contrario esta generaría ganancias ilimitadas. Siendo las restricciones los factores que bloquean la obtención de dichas ganancias, se induce que toda gestión debe apuntar a encontrar y controlar las restricciones.

La teoría de restricciones se aplica para una línea de producción o un sistema compuesto por varios procesos. La construcción se divide en varios procesos pequeños que trabajan uno después de otro similar a una línea de producción de una

fábrica con la única diferencia que en el caso de las fabricas el producto pasa por las estaciones de trabajo y en la construcción son las estaciones de trabajo las que recorren el producto, es así que estos conceptos son totalmente aplicables para el campo de la construcción y es de aquí de donde nace la optimización de flujos y procesos que describe la filosofía lean.

2.2.8. Definición de Términos

LEAN CONSTRUCTION

Es una nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas).

LAST PLANNER SYSTEM

LPS se define como un método de control de producción diseñado para integrar “lo que debería hacerse” – “lo que se puede hacer” – “lo que se hará” – “lo que se hizo realmente” de la planificación y asignación de tareas de un proyecto. Su objetivo es entregar flujo de trabajo fiable y aprendizaje rápido.

PMI

Project Management Institute (PMI) es la asociación profesional sin fines de lucro más importante y de mayor crecimiento a nivel mundial que tiene como misión convertir a la gerencia de proyectos como la actividad indispensable para obtener resultados en cualquier actividad de negocios.

PMBOK

Es el Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Como su nombre lo sugiere describe un conjunto de conocimientos y de prácticas aplicables a cualquier situación que requiera formular, las cuales han sido concebidas luego de evaluación y consenso entre profesionales pares sobre su valor y utilidad.

LOOK AHEAD PLAN

El LAP permite al equipo anticipar y obtener todo lo que necesita para completar y conseguir así el trabajo que está listo para empezar cuando lo requiera la planificación por fases. Además, el equipo genera un plan semanal para identificar lo

que se puede hacer en relación con lo que se debe hacer y lo que se hará para la siguiente semana.

HOLGURAS

La holgura de una actividad es el margen de tiempo que disponemos para realizar esa actividad sin retrasar el proyecto, según las fechas que hayamos fijado en su planificación.

SECTORIZACION

Se llama sectorización a la división del área de trabajo en partes iguales utilizando el plano de planta de los distintos niveles del edificio que no sean típicos y los metrados correspondiente a las partidas más críticas.

PRODUCTIVIDAD

Es el cociente de la división de la producción entre los recursos usados para lograr dicha producción.

PLANIFICACIÓN

Acto de definir el criterio para generar las estrategias de producción, así como las directivas para lograr que se cumplan con éxito dichos criterios.

FLUJO DE TRABAJO

Es el movimiento de información y de materiales a través de la red de unidades de producción.

PÉRDIDAS

Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero que no agrega valor al producto terminado.

LEAN PRODUCTION

(Producción sin Pérdidas): es aquel tipo de producción cuyo manejo operacional apunta a la eliminación y/o reducción de pérdidas. Cuentan con una serie de herramientas de gestión de producción que le permiten reducir las pérdidas a niveles bastantes bajos.

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)

Trabajo que aporta en forma directa a la producción, agrega valor al producto terminado.

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)

Trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Actividad aparentemente necesaria, pero que no aporta valor. Es una pérdida de segunda categoría.

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)

Cualquier actividad que no genera valor, y que caiga directamente en la categoría de pérdida, son actividades que no son necesarias, tiene un costo y no genera valor.

MUESTREO DE TRABAJO

Método de medición del nivel de actividad (Distribución de la utilización del tiempo), de un proyecto u operación. Técnica de muy bajo costo, alta precisión y gran efectividad para implementar procesos de cambio y mejoramiento de la productividad.

BECHEMARCKING

Se refiere a la comparación de nuestra performance real contra la del líder del negocio de un área en particular. En esencia significa encontrar implementar la mejor práctica de nuestro campo.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Nivel de la Investigación

El tipo de investigación es descriptiva - explicativa, debido a que el estudio es teórica y empíricamente la relación entre las variables. Además, tiene el fin de identificar los factores asociados a la ejecución de obras de edificación especialmente obras de centros comerciales, con un margen de generalización limitado. De esta forma genera aportes al conocimiento científico desde un punto de vista teórico.

El diseño adecuado para la presente investigación es el diseño de investigación no experimental.

3.2 Población y/o muestra de estudio

Población

La población objeto de estudio, está conformada por 970 Ingenieros Civiles habilitados en la región de Tacna. Así mismo se considera una obra de edificación de centros comerciales como caso de estudio.

Muestra

La muestra de estudio es de 52 ingenieros civiles habilitados de la ciudad de Tacna que laboran en diferentes obras que son ejecutadas por: Gobierno regional de Tacna, Municipalidad Provincial de Tacna y Municipalidades Distritales de Pocollay, Gregorio Albarracín Lanchipa, Ciudad Nueva, Alto de la Alianza y obras privadas.

- ***Criterios de inclusión:***

Aceptar participar voluntariamente en la investigación.

- ***Criterios de exclusión:***

Encontrarse con laborando de otros departamentos

Responder con errores los instrumentos (doble marca o ítems en blanco).

3.3 Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE

Método Last Planner System

VARIABLE DEPENDIENTE

Productividad

Tabla 3 Variable independiente

VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
LAST PLANNER SYSTEM	PERDIDAS	Esperas por falta de equipos	seg	Observación y análisis de documentos	Guía de observación y análisis de documentos.	Cámara fotográfica, cronometro, formatos de control.
		Esperas por actividades mal ejecutadas	seg	Observación y análisis de documentos	Guía de observación y análisis de documentos.	Cámara fotográfica, cronometro, formatos de control.
		Esperas por falta de instrucción	seg	Observación y análisis de documentos	Guía de observación y análisis de documentos.	Cámara fotográfica, cronometro, formatos de control.
		Tiempo ocioso	seg	Observación y análisis de documentos	Guía de observación y análisis de documentos.	Cámara fotográfica, cronometro, formatos de control.
		Desplazamientos innecesarios	seg	Observación y análisis de documentos	Guía de observación y análisis de documentos.	Cámara fotográfica, cronometro, formatos de control.
		Reprocesos	N° unidades hechas más de una vez	Observación y análisis de documentos	Guía de observación y análisis de documentos.	Cámara fotográfica, cronometro, formatos de control.

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 4 Variable Dependiente

VARABLES DEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
PRODUCTIVIDAD	PRESUPUESTO DE OBRA	Desviación de costo	S/	Análisis de documentos: presupuesto de obra y valorizaciones	Guías de análisis de documentos	Cámara fotográfica cronómetro formatos de control.
	CRONOGRAMA DE OBRA	Desviación de plazo	días	Análisis de programación de obra	Guías de análisis de documentos	Cámara fotográfica cronómetro formatos de control.
	MANO DE OBRA	HH Real/HH Presupuestada	hh/hh	Análisis de costos unitarios	Pruebas de 5 minutos	Cámara fotográfica cronómetro formatos de control.

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

En el presente trabajo de investigación se ha usado como instrumento para las dos variables el cuestionario tipo escala Likert, donde las preguntas son formuladas por escrito para ser encuestadas a los Ingenieros Civiles y/o Arquitectos que han ejecutado o han sido residentes de obra en la Ciudad de Tacna.

Técnicas de Recolección de datos

Se aplicó a los ejecutores de obras civiles con la intención de conocer su percepción respecto al nivel de manejo del Método LPS con criterio de sectorización. Las técnicas según Hernández, R. (2006) "las técnicas, son los medios empleados para recolectar información, entre las que destacan la observación, entrevistas y encuestas". (p. 96). En lo que respecta al proceso de recopilación de datos se usó la técnica de la encuesta, en ambas variables.

Instrumentos de recolección de datos

Se aplicó a los residentes de obra con la intención de conocer su percepción respecto al nivel de manejo del Método LPS con criterio de sectorización. Hernández R. (2006) afirma "los instrumentos son recursos que usa el investigador

para registrar la información sobre la variable” (p.276).

El instrumento para la variable de Last Planner System está compuesto 9 ítems; en referencia a la variable de Productividad está conformado por 19 ítems, sobre la gestión de obras civiles de construcción, aplicando criterios de sectorización. La validez del instrumento fue puesta a consideración de juicio de expertos y se determinó que el instrumento presenta alta validez externa.

Validación del Instrumento

Según Hernández, R. (2006), refiere validez como el grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. (p.278), mediante el coeficiente de Alfa de Cronbach, se determinó la validez del cuestionario.

En la presente tesis se aplicó la validez, es decir, el grado o nivel en que un instrumento de recolección de datos mide determinadas variables, de acuerdo al juicio de expertos. Los encargados de evaluar los cuestionarios fueron profesionales expertos en el área de Ingeniería Civil, quienes revisaron y determinaron la pertinencia de los ítems propuestos en los instrumentos de recolección de datos en función a la claridad, objetividad, actualización, organización, suficiencia, intencionalidad, consistencia, coherencia y metodología.

Los resultados emitidos por los expertos se encuentran en el ítem ANEXOS de la presente investigación, asimismo estos están sistematizados en este cuadro: Nivel de validez del cuestionario, según el juicio de los expertos.

Tabla 5. Validación del Instrumento.

EXPERTOS	VARIABLES	
	Last Planner System	Productividad
	Porcentaje (%)	
Experto 1	90%	
Experto 2	78%	
Experto 3	88%	
Experto 4	94%	
Experto 5	92%	
Experto 6	94%	
Experto 7	90%	
Experto 8	92%	
Experto 9	90%	
Experto 10	92%	
PROMEDIO	90%	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados emitidos por los expertos han sido contrastados con el siguiente cuadro:

Tabla 6. Valores de los niveles de validez.

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado	[0.00 – 0.60]
Observado	<0.60 – 0.70]
Aprobado	<0.70 – 1.00]

Fuente: Elaboración propia.

Dada la validez del instrumento mediante Juicio de Expertos, el cuestionario obtuvo un valor de 90%, por consiguiente, el instrumento de recolección de datos tiene un nivel de validez APROBADO porque su valor está en el rango de 70-100%.

Confiabilidad de los instrumentos

Se comprende por “confiabilidad” el grado o nivel en que un instrumento produce resultados consistentes, coherentes, y objetivos (Hernández, 2006). Por consiguiente, en la presente tesis se optó por utilizar la “consistencia interna” cuyo coeficiente, Alfa de Cronbach, es el encargado de determinar la coherencia interna del instrumento analizando la correlación existente de una variable con todas las demás que la integra, por lo tanto, este coeficiente permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida. **El Alfa de Cronbach** toma valores que oscilan entre el cero (baja o nula confiabilidad) y uno (alto o máximo de confiabilidad); cuanto más se acerca el coeficiente a cero, mayor o más elevado será el error en la medición; por oposición, mientras más se acerque a uno (1), será más fiable.

Tabla 7. Relación entre rangos y valores de confiabilidad.

COEFICIENTE DE CRONBACH	
Rangos de confiabilidad	Valores de confiabilidad
0,0 - 0,53	Nula
0,54 - 0,59	Baja
0,60 - 0,65	Confiable
0,66 - 0,71	Muy Confiable
0,72 - 0,99	Excelente
1,0	Perfecta

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la escala, se determina que los valores cercanos a 1 implican que el instrumento utilizado es de alta confiabilidad y se aproxima a cero significa que el instrumento es de baja confiabilidad.

APLICACIÓN DE COEFICIENTE DE ALPHA DE CRHOMBACH

Utilizando el coeficiente de Alpha de Cronbach, cuyo reporte del software SPSS 25 es el siguiente:

Tabla 8. ALPHA DE CRONBACH: LAST PLANNER SYSTEM.

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.806	9

Fuente: Elaboración propia.

El coeficiente obtenido tiene el valor de 0.806 lo cual significa que el instrumento aplicado a la variable “Last Planner System” es de alta confiabilidad.

Tabla 9. ALPHA DE CRONBACH: PRODUCTIVIDAD.

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.976	19

Fuente: Elaboración propia.

El coeficiente obtenido tiene el valor de 0.976 lo cual significa que el instrumento aplicado a la variable “Productividad” es de alta confiabilidad.

Asimismo, es importante precisar que el alto grado la relación que existe entre la variable, los indicadores y las preguntas del instrumento administrado, da consistencia y validez a los resultados de la investigación.

RELACIÓN VARIABLE INDICADORES

Tabla 10. VARIABLE: LAST PLANNER SYSTEM.

VARIABLE	INDICADORES	ITEMS
Last Planner System	Esperas por falta de equipos	27, 28
	Esperas por actividades mal ejecutadas	29
	Esperas por falta de instrucción	30, 31
	Tiempo ocioso	32
	Desplazamientos innecesarios	33, 34
	Reprocesos	35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. VARIABLE: PRODUCTIVIDAD.

VARIABLE	INDICADORES	ITEMS
Productividad	Presupuesto de Obra	36.1, 36.2, 36.3, 36.4, 36.5, 36.6
	Cronograma de Obra	36.7, 36.8, 36.9, 36.10
	Mano de Obra	37.1, 37.2, 37.3, 37.4, 37.5, 37.6, 37.7, 37.8

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

Se elaboró tablas y figuras observando las tendencias porcentuales que calculan el nivel de asociación de las variables de investigación.

El procesamiento se realizó usando el correlativo estadístico, para eso se usó el software estadístico SPSS versión 25. El análisis se desarrolla con la comprobación de la hipótesis de investigación.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO SOBRE LA GESTIÓN DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN APLICANDO CRITERIOS DE SECTORIZACIÓN

A. DATOS GENERALES

Tabla 12. Residentes de obra

Tipo de residentes	Residentes	
	N°	%
Ingeniero	48	92,31
Arquitecto	4	7,69
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

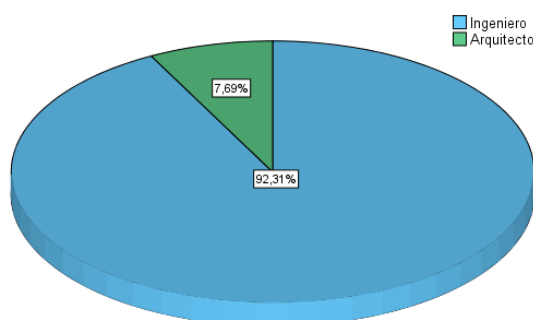


Figura 16. Distribución de frecuencia porcentual del tipo de residentes de la provincia de Tacna, 2018.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Según los encuestados, el 92,31% de los residentes son ingenieros, mientras que el 7,69% son arquitectos; ya que la mayoría de los encuestados son ingenieros esto beneficia de modo que se van a ver plasmadas los problemas que afrontan ante una programación de obra muy básica y a la vez las necesidades y propuestas de nuevas mejoras que les gustaría aprender.

Tabla 13. Tiempo de trabajo de los Residentes de Obra (en años)

Tiempo de trabajo	Residentes	
	N°	%
< 7	25	48,08
7-22	21	40,38
≥ 22	6	11,54
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

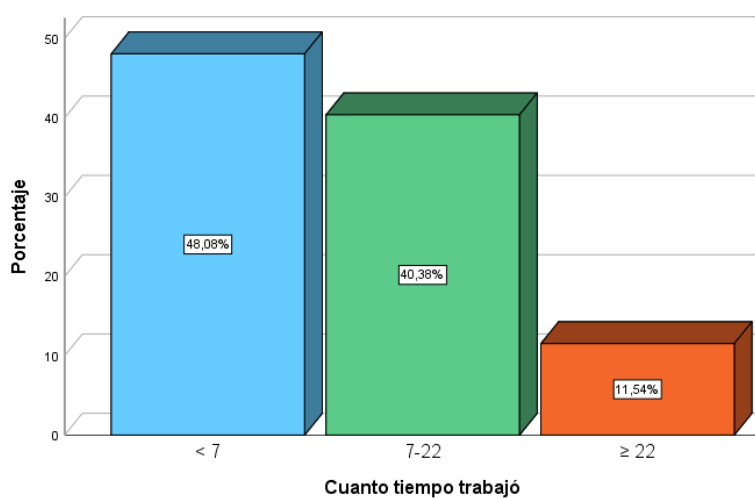


Figura 17. Distribución de frecuencia porcentual del tiempo de trabajo de residentes de la provincia de Tacna, 2018.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Según el tiempo que trabajó, el 48,08% de los residentes trabajaron menos de 7 años, el 40,38% trabajaron de 7 a 22 años, en cambio el 11,54% trabajaron por lo menos 22 años.

Tabla 14. Número de Proyectos en que laboró el residente de obra

N° de proyectos	Residentes	
	N°	%
0-10	18	34,62
10-20	18	34,62
≥ 20	16	30,77
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

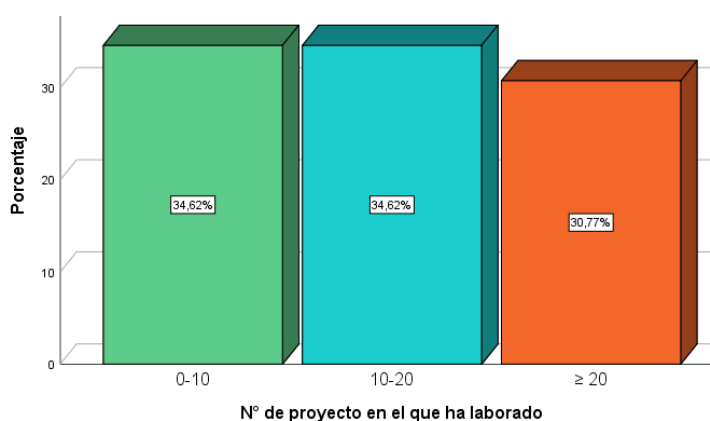


Figura 18. Distribución de frecuencia porcentual del N° de proyecto en el que ha laborado los residentes de la provincia de Tacna.

(Fuente: Elaboración Propia)

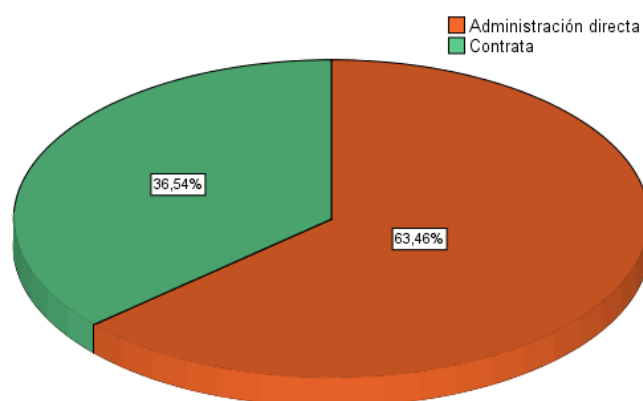
Interpretación

Según en número de proyectos en el que ha laborado, el 34,62% de los residentes han laborado de 0 a 10 proyectos, 34,62% entre 10 a 20 proyectos, en cambio el 30,77% por lo menos en 20 proyectos. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, han laborado como máximo en 19 proyectos, lo que contribuye a que se van a tener resultados basados en más experiencia.

Tabla 15. Modalidad del proyecto en el que laboró el residente de obra

Modalidad del proyecto	Residentes	
	N°	%
Administración directa	33	63,46
Contrata	19	36,54
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 19.** Distribución de frecuencia porcentual de la modalidad del proyecto en el que laboró los residentes de la provincia de Tacna, 2018.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Según la modalidad del proyecto en el que laboró, el 63,46% de los residentes han laborado en la modalidad de administración directa, en cambio el 36,54% en la modalidad de contrata. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, han laborado en la modalidad de administración directa.

B. DATOS

Tabla 16. ¿Ha participado en la planificación de alguna obra de infraestructura?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	46	88,46
No	6	11,54
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

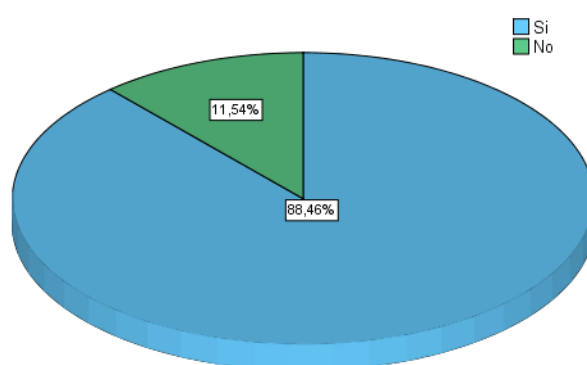


Figura 20. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Ha participado en la planificación de alguna obra de infraestructura? de la provincia de Tacna, 2018.

(Fuente: Elaboración Propia)

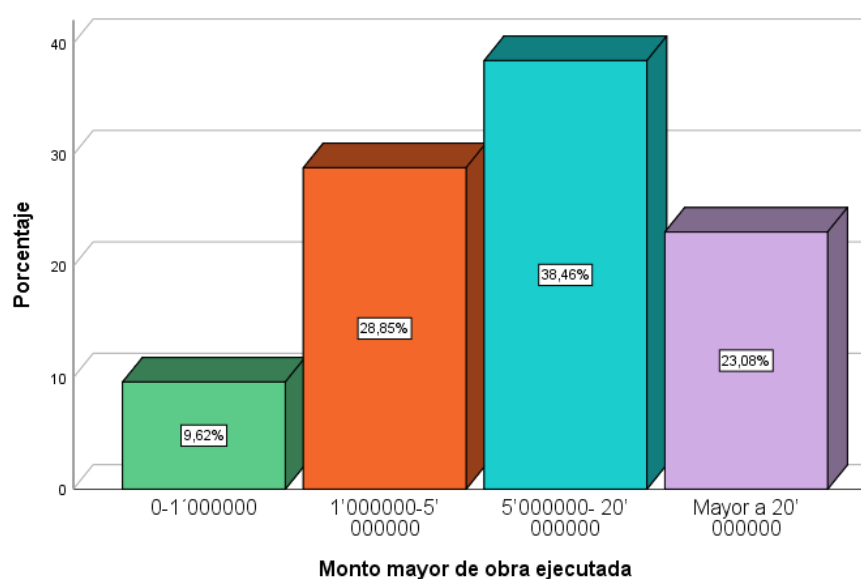
Interpretación

Observamos que, el 88,46% de los residentes han participado en la planificación de alguna obra de infraestructura, en cambio el 11,54% no han participado. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, sí han participado en la planificación de alguna obra de infraestructura siendo de beneficio por la experiencia que tienen la y a la vez muestran las necesidades más frecuentes.

Tabla 17. Monto mayor de obra ejecutada por el residente, en la provincia de Tacna, 2018

Ítems 2	Residentes	
	N°	%
0-1'000000	5	9,62
1'000000-5'000000	15	28,85
5'000000- 20'000000	20	38,46
Mayor a 20'000000	12	23,08
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 21.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según monto mayor de obra ejecutada de la provincia de Tacna, 2018.

(Fuente: Elaboración Propia)

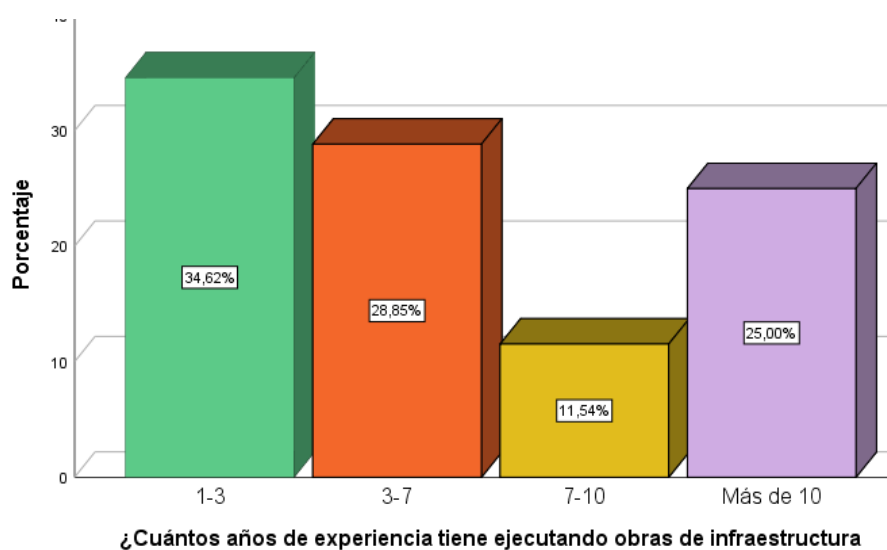
Interpretación

Sobre el monto mayor de la obra ejecutada por el residente de obra, en la provincia de Tacna, se observa que: de 0 a 1'000000 son 9,62% de los residentes; de 1'000000 a 5'000000 son 28,85% de los residentes; de 5'000000 a 20'000000 son 38,46% de residentes; y mayor a 20'000000 son 23,08% de residentes. Con lo cual podemos afirmar que tienen experiencia los encuestados en la ejecución de obras civiles.

Tabla 18. Años de experiencia de los residentes, en ejecución de obras de infraestructura.

Ítems 3	Residentes	
	N°	%
1-3	18	34,62
3-7	15	28,85
7-10	6	11,54
Más de 10	13	25,00
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 22.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Cuántos años de experiencia tiene ejecutando obras de infraestructura de la provincia de Tacna, 2018?

(Fuente: Elaboración Propia)

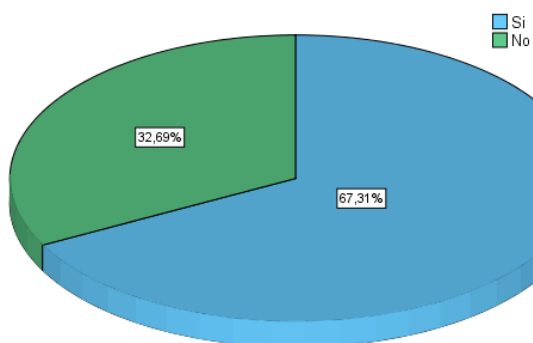
Interpretación

Sobre los años de experiencia de los residentes de obra que vienen ejecutando obras de infraestructura son: el 34,62% de los residentes de 1 a 3 años de experiencia ejecutando obras de infraestructura, el 28,85% de 3 a 6 años, el 11,54% de 7 a 9 años en cambio el 25,00% a más. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, tienen de 1 a 2 años de experiencia ejecutando obras de infraestructura.

Tabla 19. ¿Ha participado como residente de obras de infraestructura?

Ítems 4	Residentes	
	N°	%
Si	35	67,31
No	17	32,69
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 23.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Ha participado como residente de obras de infraestructura?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, según ¿Ha participado como residente de obras de infraestructura?, el 67,31% de los residentes si han participado como residente de obras de infraestructura, en cambio el 32,69% no han participado. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, si han participado como residente de obras de infraestructura.

Tabla 20. ¿Usted cuenta una metodología específica para planificación de obras de infraestructura?

Ítems 4	Residentes	
	N°	%
Si	38	73,08
No	14	26,92
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

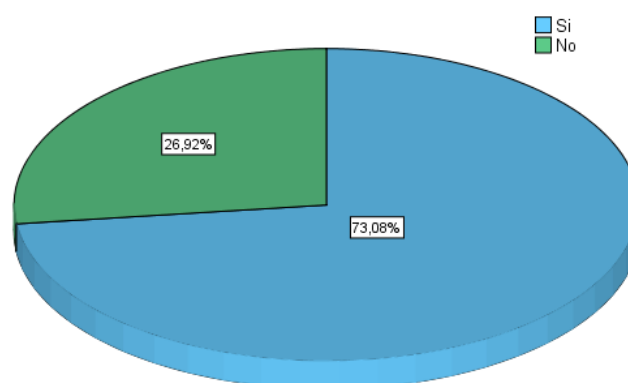


Figura 24. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Usted cuenta una metodología específica para planificación de obras de infraestructura?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, según ¿Usted cuenta una metodología específica para planificación de obras de infraestructura?, el 73,08% de los residentes sí cuentan con una metodología para la planificación de obras de infraestructura, en cambio el 26,92% no cuentan con una metodología específica. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, sí cuentan con una metodología para la planificación de obras de infraestructura, lo que va a permitir conocer cuál su metodología y si funciona eficazmente.

C. PROBLEMA

Tabla 21. ¿Usted o su empresa consultora cuenta una metodología específica para la programación de obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	18	34,62
No	34	65,38
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

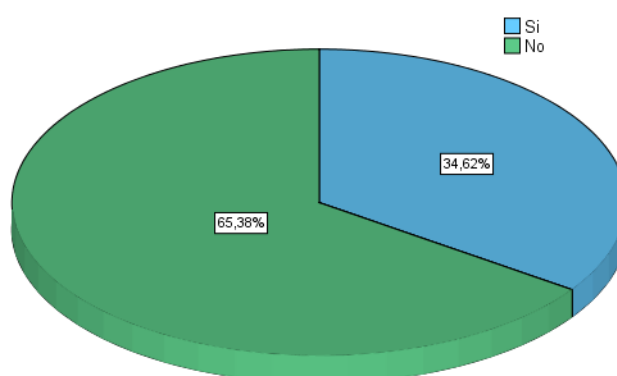


Figura 25. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Usted o su empresa consultora cuenta una metodología específica para la programación de obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 34,62% de los residentes si cuentan con una metodología específica para la programación de obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional, en cambio el 65,38% no cuentan con dicha metodología. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, si cuentan con una metodología específica para la programación de obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional.

Tabla 22. ¿Conoce alguna metodología específica para programar las obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional?

Ítems 4	Residentes	
	N°	%
Si	22	42,31
No	30	57,69
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

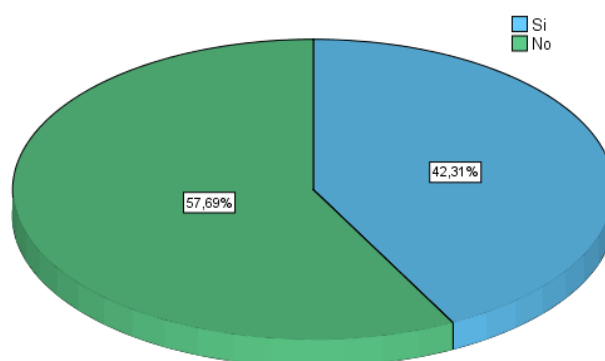


Figura 26. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Conoce alguna metodología específica para programar las obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional?, de la provincia de Tacna, 2018.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 42,31% de los residentes si conocen alguna metodología específica para programar las obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional, en cambio el 57,69% no conocen dicha metodología. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, si conocen alguna metodología específica para programar las obras de infraestructura alineada a un modelo estándar internacional.

Tabla 23. ¿Usted o su empresa consultora cuenta con métodos y procedimientos para el control de cronograma en la ejecución de obras de infraestructura?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Sí	36	69,23
No	16	30,77
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

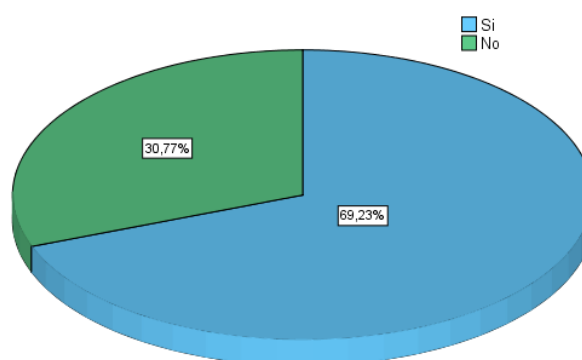


Figura 27. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Usted o su empresa consultora cuenta con métodos y procedimientos para el control de cronograma en la ejecución de obras de infraestructura?, de la provincia de Tacna, 2018.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, según ¿Usted o su empresa consultora cuenta con métodos y procedimientos para el control de cronograma en la ejecución de obras de infraestructura?, el 69,23% de los residentes sí cuentan con métodos y procedimientos para el control de cronograma en la ejecución de obras de infraestructura, en cambio el 30,77% no cuentan con dichos métodos. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes sí cuentan con métodos lo que nos abre una ventana a saber qué métodos usan y si su ejecución tuvo efectos positivos.

Tabla 24. ¿Usted o su empresa consultora cuenta con indicadores de Gestión de Calidad en la programación de obras de infraestructura?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	26	50,00
No	26	50,00
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

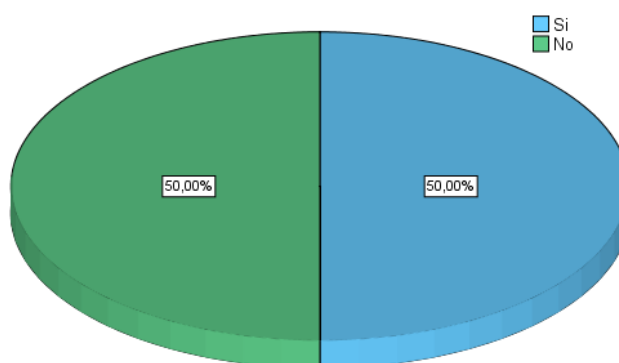


Figura 28. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Usted o su empresa consultora cuenta con indicadores de Gestión de Calidad en la programación de obras de infraestructura?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 50% de los residentes si cuentan con indicadores de Gestión de Calidad en la programación de obras de infraestructura, en cambio el 50% no cuentan con dichos indicadores.

Tabla 25. ¿Usted o su empresa consultora cuenta alguna técnica o herramienta o metodología para la identificación, evaluación y control continuo de los riesgos en la programación de obras de infraestructura?

Ítems 4	Residentes	
	N°	%
Si	24	46,15
No	28	53,85
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

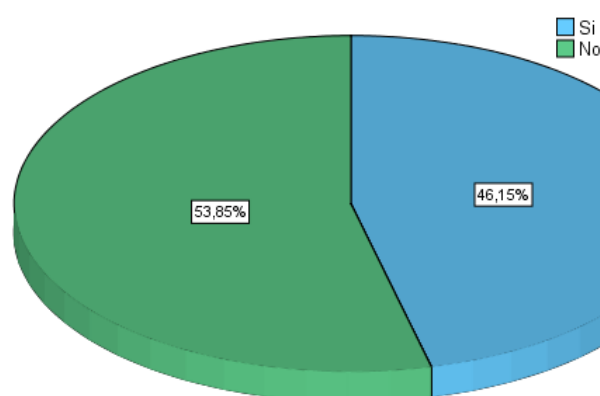


Figura 29. ¿Usted o su empresa consultora cuenta alguna técnica o herramienta o metodología para la identificación, evaluación y control continuo de los riesgos en la programación de obras de infraestructura?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 46,15% de los residentes si cuentan alguna técnica o herramienta o metodología para la identificación, evaluación y control continuo de los riesgos en la programación de obras de infraestructura, en cambio el 53,85% no cuentan con dicha técnica. Lo que es preocupante ya que lo primordial un aspecto básico de toda obra es contar con la seguridad de todos los involucrados que ejecutan el proyecto.

Tabla 26. ¿Durante la ejecución de la obra existieron problemas en la programación según el tipo de obra (aporticado, albañilería confinada y/o simple, acero, drywall)?

Ítems 4	Residentes	
	N°	%
Muy en desacuerdo	2	3,85
En desacuerdo	3	5,77
Neutro	19	36,54
De acuerdo	24	46,15
Completamente de acuerdo	4	7,69
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

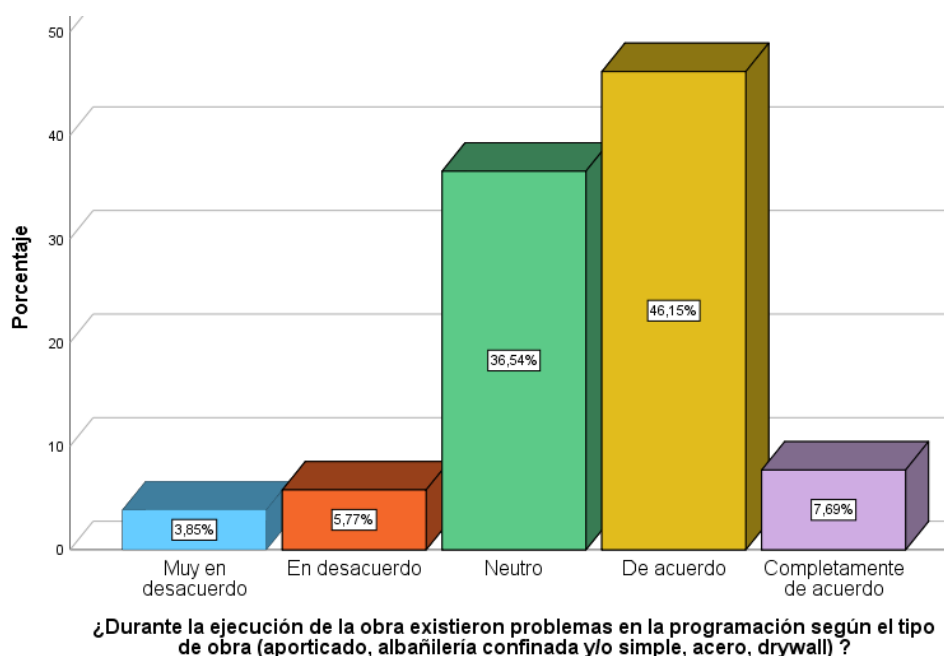


Figura 30. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Durante la ejecución de la obra existieron problemas en la programación según el tipo de obra (aporticado, albañilería confinada y/o simple, acero, drywall)?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el mayor porcentaje de encuestados están de acuerdo que existían problemas en la programación según el tipo de obra (46,15%), en cambio un poco porcentaje de encuestados están muy en desacuerdo que habían dicho problemas (3,85%).

Tabla 27. Durante la ejecución de la obra los detalles de planos, especificaciones técnicas estaban acorde al campo de trabajo

Categorías	Residentes	
	N°	%
Muy en desacuerdo	3	5,77
En desacuerdo	21	40,38
Neutro	18	34,62
De acuerdo	9	17,31
Completamente de acuerdo	1	1,92
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

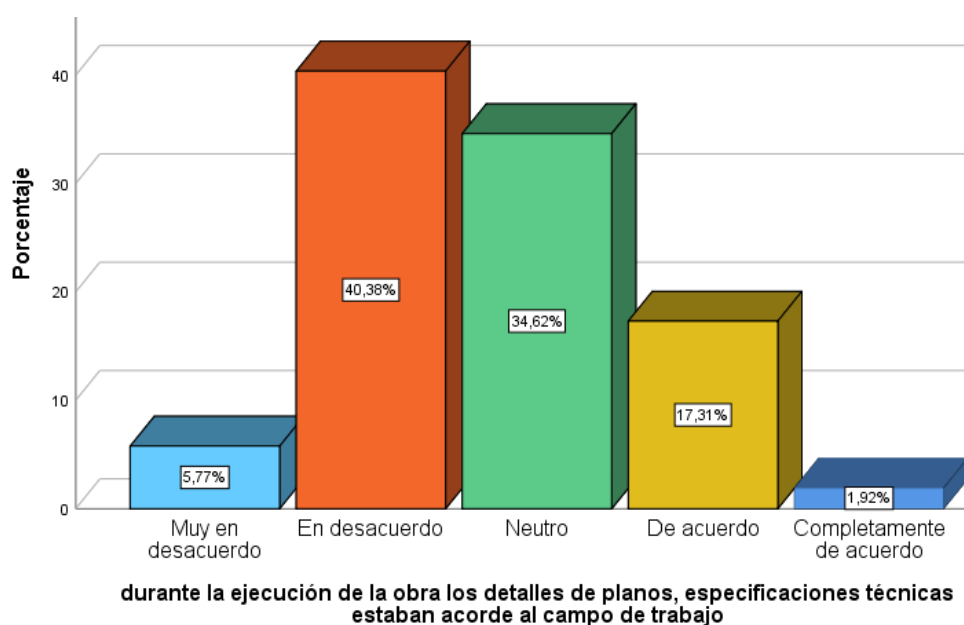


Figura 31. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según durante la ejecución de la obra los detalles de planos, especificaciones técnicas estaban acorde al campo de trabajo.

(Fuente: Elaboración Propia)

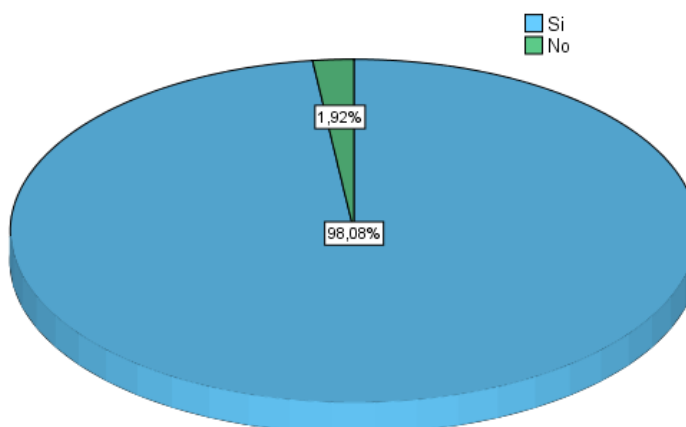
Interpretación

Se encuentra que, durante la ejecución de la obra los detalles de planos, especificaciones técnicas estaban acorde al campo de trabajo, el mayor porcentaje de encuestados están en desacuerdo que las especificaciones, técnicas están acorde al campo (40,38%), en cambio un solo encuestado está completamente de acuerdo que está acorde al campo de trabajo.

Tabla 28. ¿Hubo modificaciones durante la ejecución del proyecto?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	51	98,08
No	1	1,92
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 32.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según hubo modificaciones durante la ejecución del proyecto.

(Fuente: Elaboración Propia)

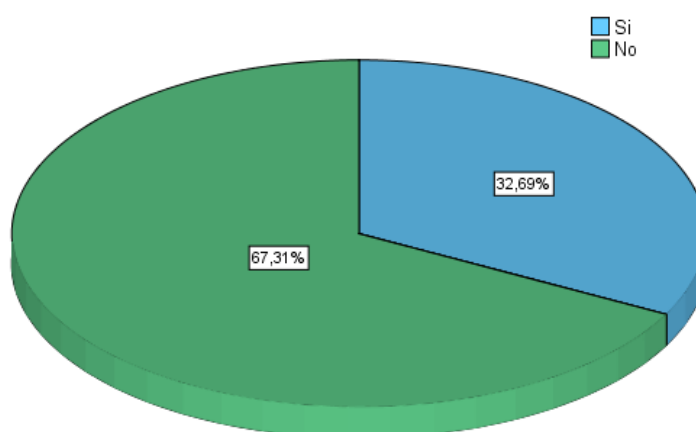
Interpretación

Se encuentra que el 98,08% de los residentes si había encontrado modificaciones durante la ejecución del proyecto, en cambio el 1,92% no presentaron modificaciones.

Tabla 29. El ambiente laboral era desfavorable durante la ejecución de obra.

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	17	32,69
No	35	67,31
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 33.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el ambiente laboral era desfavorable durante la ejecución de obra.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 32,69% de los residentes el ambiente laboral si era desfavorable durante la ejecución de la obra, en cambio el 67,31% el ambiente laboral no era desfavorable. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, observan que no era desfavorable el ambiente laboral pero sí existe un porcentaje en el que se debería trabajar ya sea con el personal administrativo como también técnico.

Tabla 30. Las cuadrillas se encontraban acorde con el rendimiento y el Expediente Técnico, de la provincia de Tacna, 2018.

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	10	19,23
No	42	80,77
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

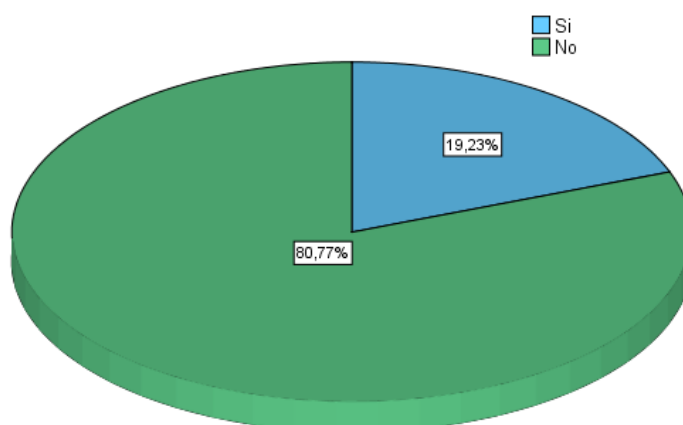


Figura 34. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según las cuadrillas se encontraban acorde con el rendimiento y el Expediente Técnico

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 19,23% de los residentes el ambiente laboral si están acorde con el rendimiento y el Expediente Técnico, en cambio el 80,77% no están acorde con el rendimiento y el expediente técnico. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, observan que no están acorde con el rendimiento y el Expediente Técnico esto es posible dar por variabilidad de tiempo en relación al tiempo en el que se elabora el E.T. y se ejecuta el proyecto o por una mala elaboración del E.T.

Tabla 31. Debido a la falta de comunicación y coordinación de los interesados, las obras tuvieron demoras, de la provincia de Tacna, 2018.

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	44	84,62
No	8	15,38
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

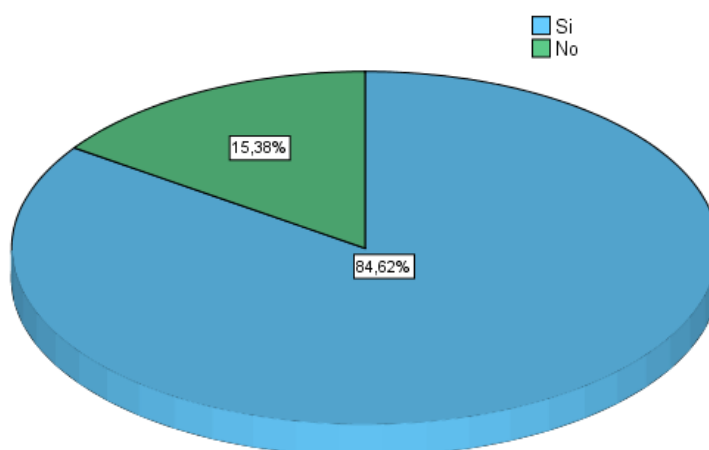


Figura 35. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según debido a la falta de comunicación y coordinación de los interesados, las obras tuvieron demoras

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 84,62% de los residentes si tuvieron demoras, en cambio el 15,38% observan que no tuvieron demoras. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, observan que sí tuvieron demoras esto producto de una mala programación de obra y/o contingencias presentadas en campo o gabinete no previstas.

Tabla 32. Existe ausencia de una profunda capacitación, al personal técnico, con respecto a la gestión de proyectos, de la provincia de Tacna, 2018.

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	44	84,62
No	8	15,38
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

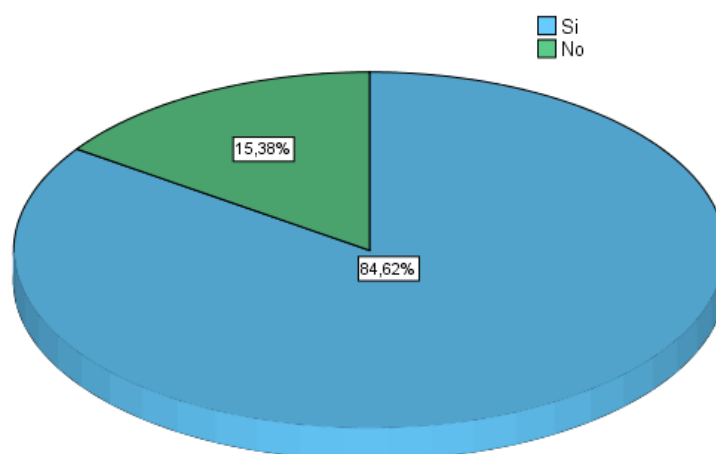


Figura 36. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según existe ausencia de una profunda capacitación, al personal técnico, con respecto a la gestión de proyectos.

(Fuente: Elaboración Propia)

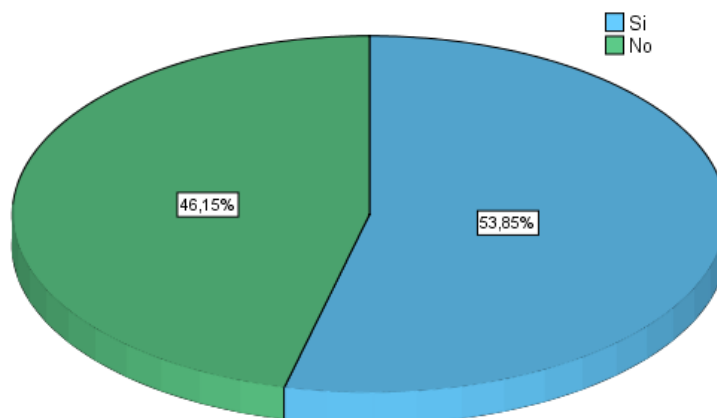
Interpretación

Se encuentra que, según existe ausencia de una profunda capacitación, al personal técnico, con respecto a la gestión de proyectos, el 84,62% de los residentes si había ausencia de una profunda capacitación, al personal técnico, con respecto a la gestión de proyectos, en cambio el 15,38% observan que no. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, observan si había ausencia de una profunda capacitación, al personal técnico, con respecto a la gestión de proyectos.

Tabla 33. ¿Existen proveedores de acuerdo a la complejidad de las partidas?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	28	53,85
No	24	46,15
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 37.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según existen proveedores de acuerdo a la complejidad de las partidas.

(Fuente: Elaboración Propia)

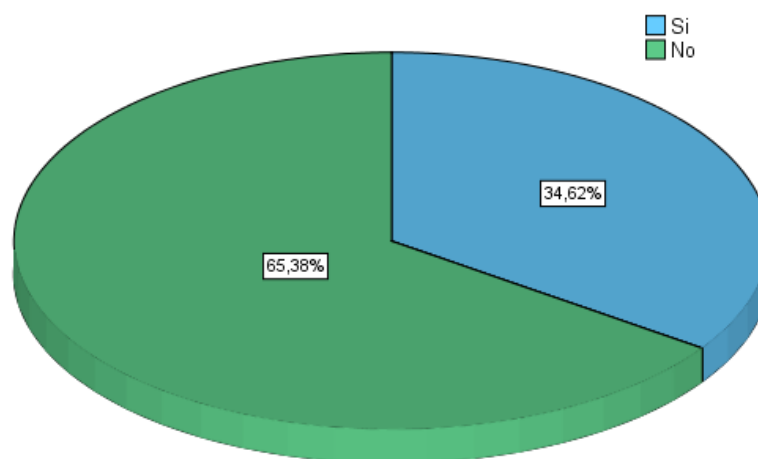
Interpretación

Se encuentra que, según existen proveedores de acuerdo a la complejidad de las partidas, el 53,85% de los residentes observan que, si existen proveedores de acuerdo a la complejidad de las partidas, en cambio el 46,15% observan que no.

Tabla 34. Los metrados guardaron relación entre en campo vs. El Expediente Técnico

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	18	34,62
No	34	65,38
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 38.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según los metrados guardaron relación entre en campo vs. El Expediente Técnico.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 34,62% de los residentes observan que los metrados si guardan relación entre el campo vs. el expediente técnico, en cambio el 65,38% observan que no. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, observan que los metrados no guardan relación entre el campo vs. el expediente técnico.

Tabla 35. Durante su experiencia laboral, ¿cuántos adicionales presencié en una obra de construcción?

Categorías	Residentes	
	N°	%
No existió adicional	5	9,62
1 adicional	8	15,38
2 adicionales	16	30,77
3 o más adicionales	23	44,23
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

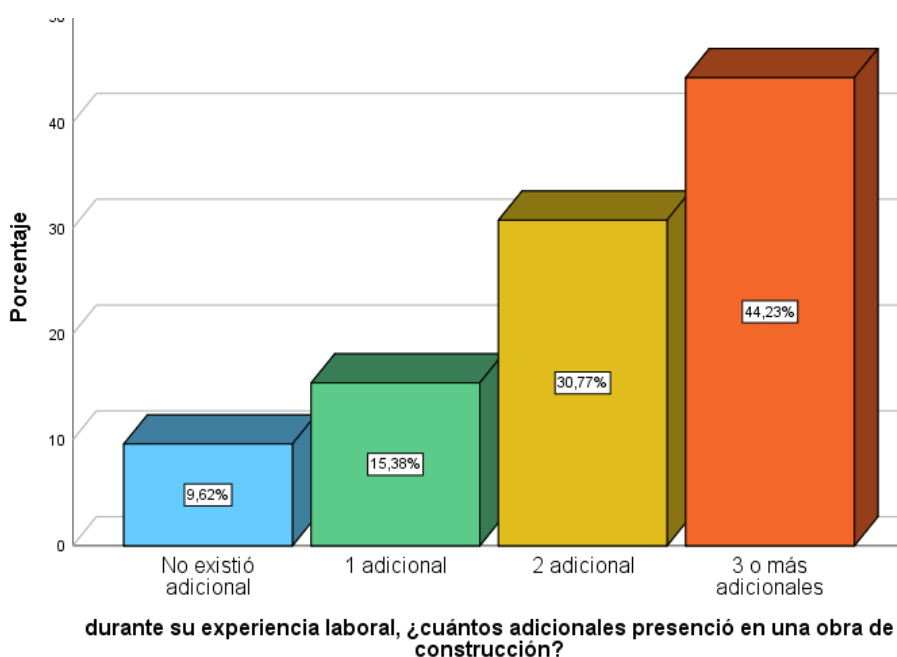


Figura 39. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según durante su experiencia laboral, ¿cuántos adicionales presencié en una obra de construcción?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el mayor porcentaje de encuestados presencié por lo menos 3 adicionales (44,23%), en cambio un poco porcentaje de encuestado no presenciaron adicionales en una obra de construcción (9,62%).

Tabla 36. Durante su experiencia laboral, ¿cuántas ampliaciones de plazo presenció en una obra de construcción?

Categorías	Residentes	
	N°	%
No hubo ampliación	2	3,85
1 ampliación	10	19,23
2 ampliación	17	30,77
3 o más ampliaciones	23	44,23
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

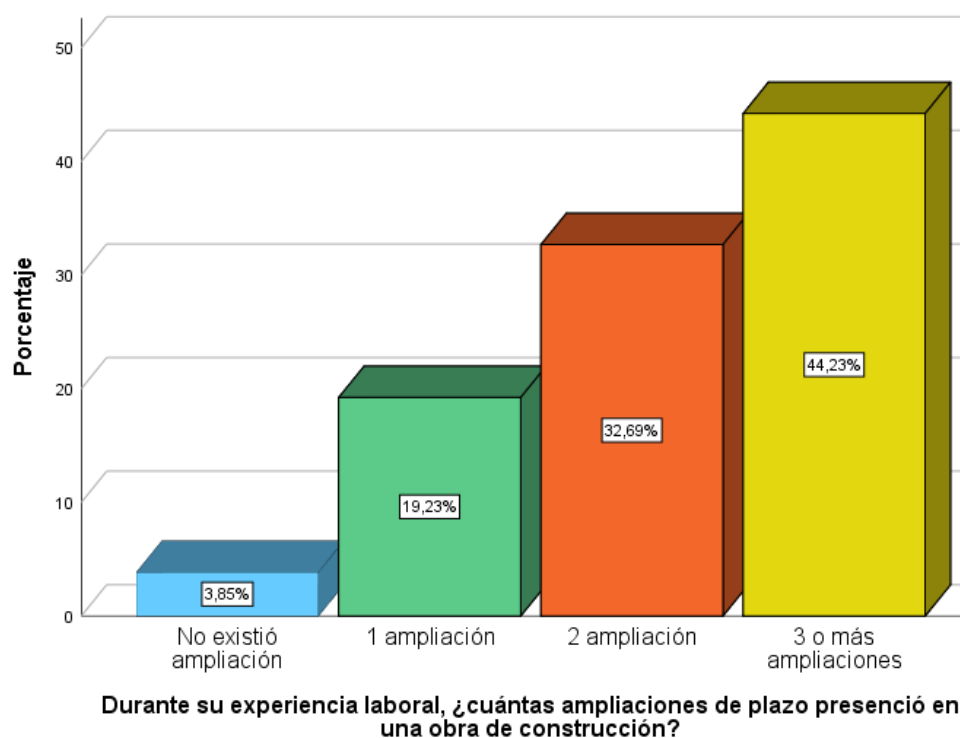


Figura 40. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según durante su experiencia laboral, ¿cuántas ampliaciones de plazo presenció en una obra de construcción?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, durante su experiencia laboral, ¿cuántas ampliaciones de plazo presenció en una obra de construcción?, el mayor porcentaje de encuestados presenciaron por lo menos 3 ampliaciones (44,23%), en cambio un poco porcentaje de encuestado no presenciaron ampliaciones en una obra de construcción (3,85%).

Tabla 37. ¿Cuánto tiempo duró la ampliación de plazo de una obra de construcción en la que haya participado?

Categorías	Residentes	
	N°	%
No hubo ampliación	2	3,85
Menos de 2 meses	19	36,54
Entre 2 y 4 meses	11	21,15
Más de 4 meses	20	38,46
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

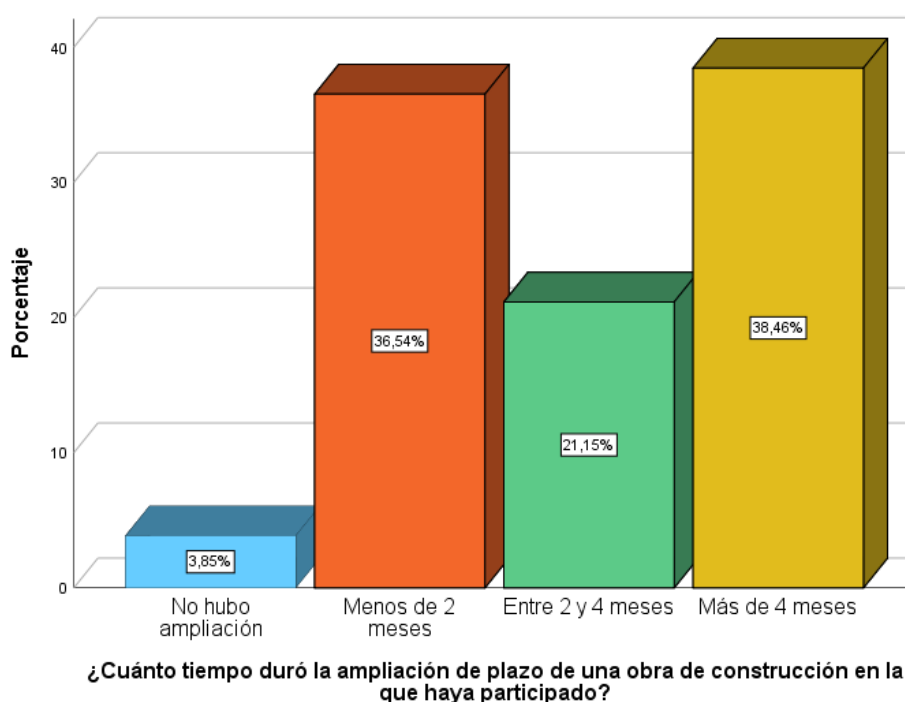


Figura 41. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Cuánto tiempo duró la ampliación de plazo de una obra de construcción en la que haya participado?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el mayor porcentaje de encuestados duro más de 4 meses la ampliación de plazo de una obra de construcción (38,46%), en cambio un poco porcentaje de encuestados observaron que no hubo ampliación (3,85%).

Tabla 38. Si existió algún incremento de presupuesto respecto al programado, ¿en qué porcentaje incrementó este?

Categorías	Residentes	
	N°	%
No existió incremento	3	5,77
Menos del 30%	33	63,46
Entre 30% y 49%	10	19,23
Entre el 50% a más	6	11,54
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

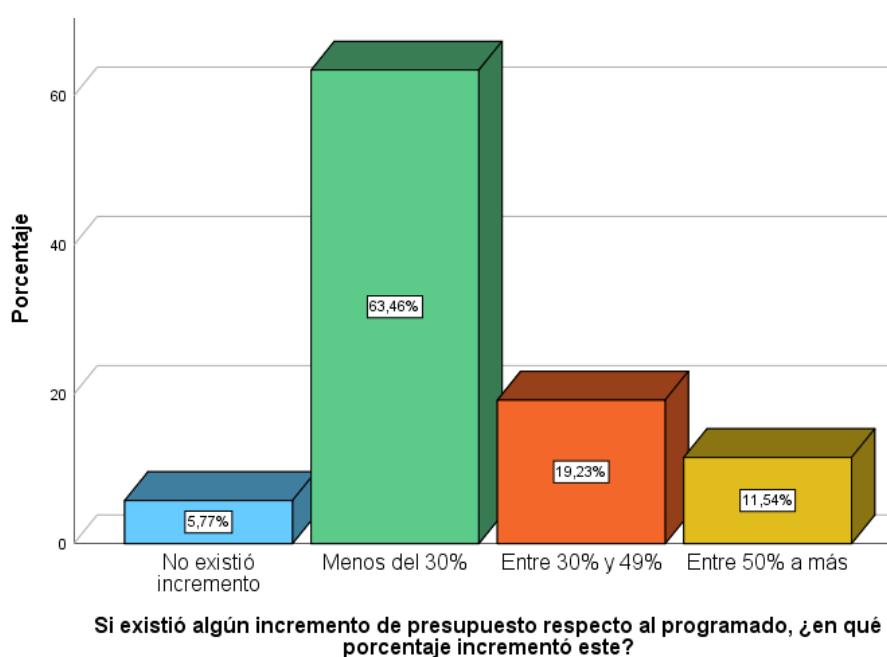


Figura 42. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según si existió algún incremento de presupuesto respecto al programado.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el mayor porcentaje de encuestados observaron el incremento en menos del 30% (63,46%), en cambio un poco porcentaje de encuestados observaron que no hubo incremento (5,77%).

Tabla 39. En las obras de edificación que ha laborado, ¿cuál es la restricción más frecuente que ha presenciado?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Restricción en el equipo	2	3,85
Restricción en el material	14	26,92
Restricción en la logística	32	61,54
Restricción en la SSOMA	3	5,77
Restricción en la sectorización	1	1,92
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

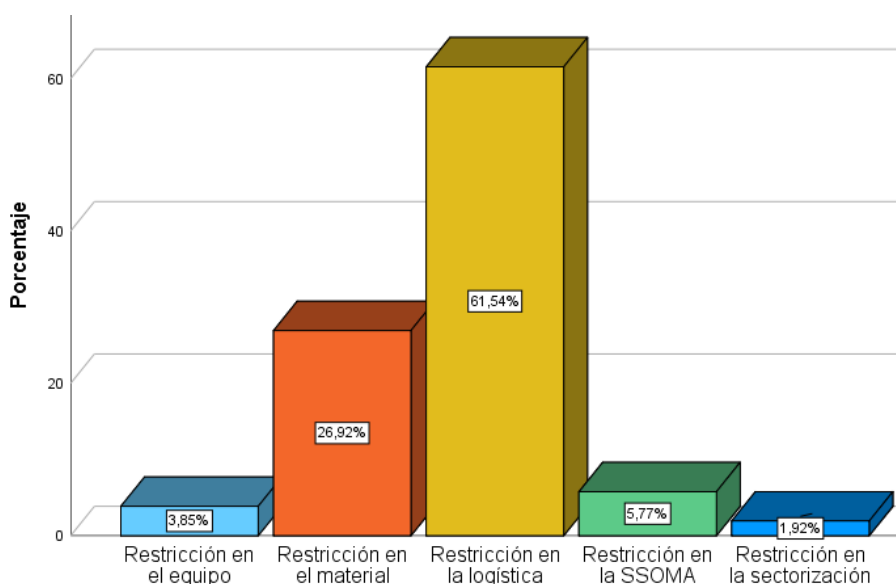


Figura 43. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según si existió algún incremento de presupuesto respecto al programado, ¿en qué porcentaje incrementó este?

(Fuente: Elaboración Propia)

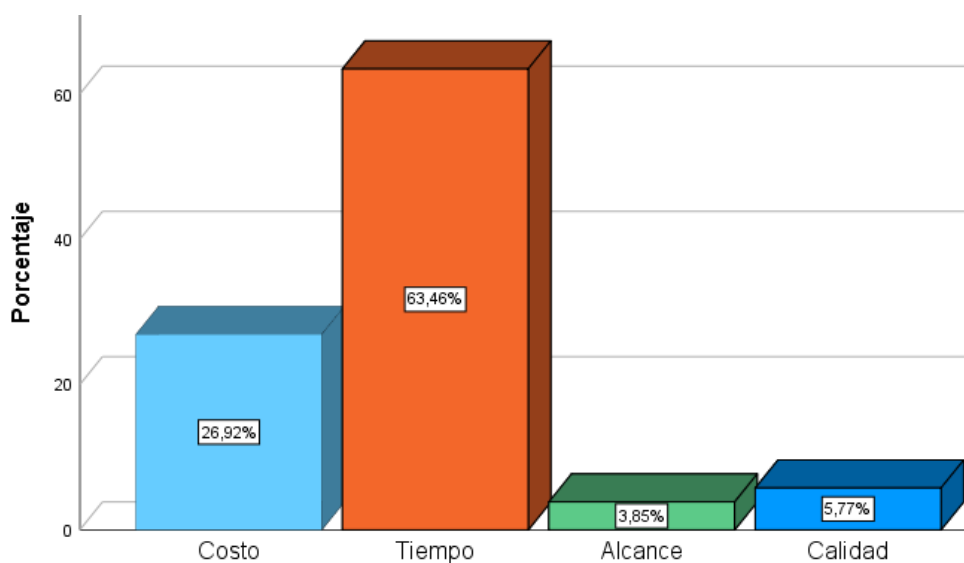
Interpretación

Se encuentra que, el mayor porcentaje de encuestados observaron restricción en la logística (61,54%), en cambio un solo encuestados observa en la restricción en equipos (3,85%). Es decir hay deficiencias en restricciones en la logística.

Tabla 40. Según las deficiencias encontradas en las obras de construcción en las que ha laborado, ¿Qué aspecto se vio más afectado?

Aspectos	Residentes	
	N°	%
Costo	14	26,92
Tiempo	33	63,46
Alcance	2	3,85
Calidad	3	5,77
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)



Las deficiencias encontradas en las obras de construcción en las que ha laborado, ¿Qué aspecto se vio más afectado?

Figura 44. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según las deficiencias encontradas en las obras de construcción en las que ha laborado, ¿Qué aspecto se vio más afectado?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, según las deficiencias encontradas en las obras de construcción en las que ha laborado, ¿Qué aspecto se vio más afectado?, el 26,92% de los residentes observaron en el costo, el 63,46% en el tiempo, el 3,85% en el alcance, en cambio el 5,77% en la calidad. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, observan que el aspecto que más se vio afectado es el tiempo.

D. PROPUESTA

Tabla 41. Nivel de conocimiento de la Filosofía Lean Construcción

Lean Construcción	Residentes	
	N°	%
Nunca he escuchado	3	5,77
Idea vaga	40	76,92
Manejo de un amplio conocimiento	9	17,31
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

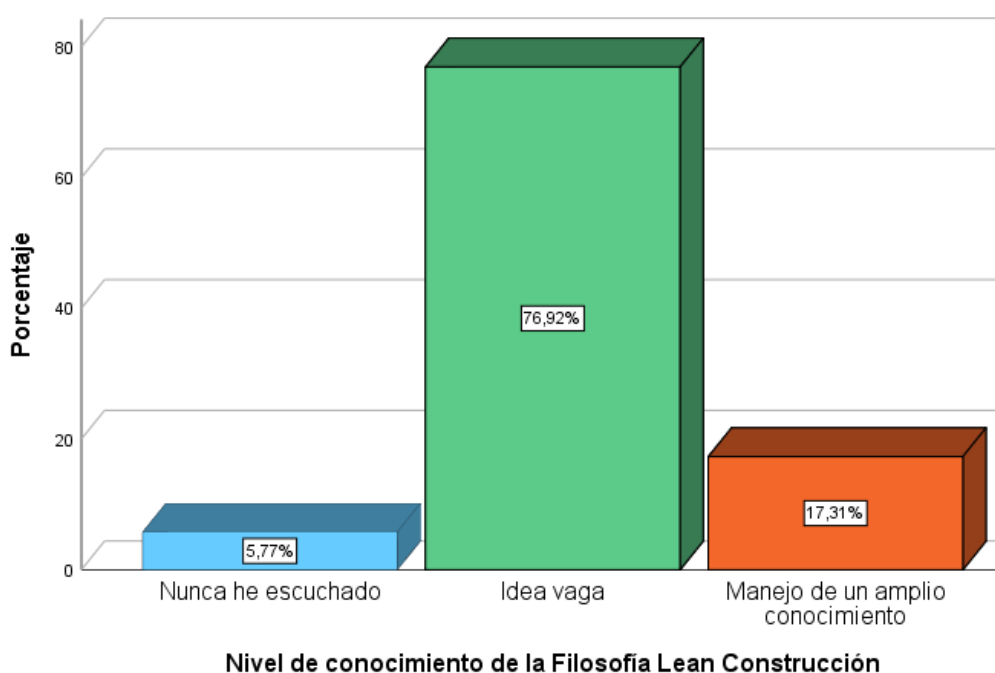


Figura 45. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según Nivel de conocimiento de la Filosofía Lean Construcción

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, según nivel de conocimiento de la Filosofía Lean Construcción, el 5,77% de los residentes nunca han escuchado dicha propuesta, el 76,92% tienen una idea vaga, en cambio el 17,31% tienen un manejo de un amplio conocimiento de dicha propuesta. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, tienen una idea vaga sobre “Lean Construcción”.

Tabla 42. Nivel de Conocimiento sobre Last Planner System.

Ítems 4	Residentes	
	N°	%
Nunca he escuchado	17	32,69
Idea vaga	30	57,69
Manejo de un amplio conocimiento	5	9,62
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

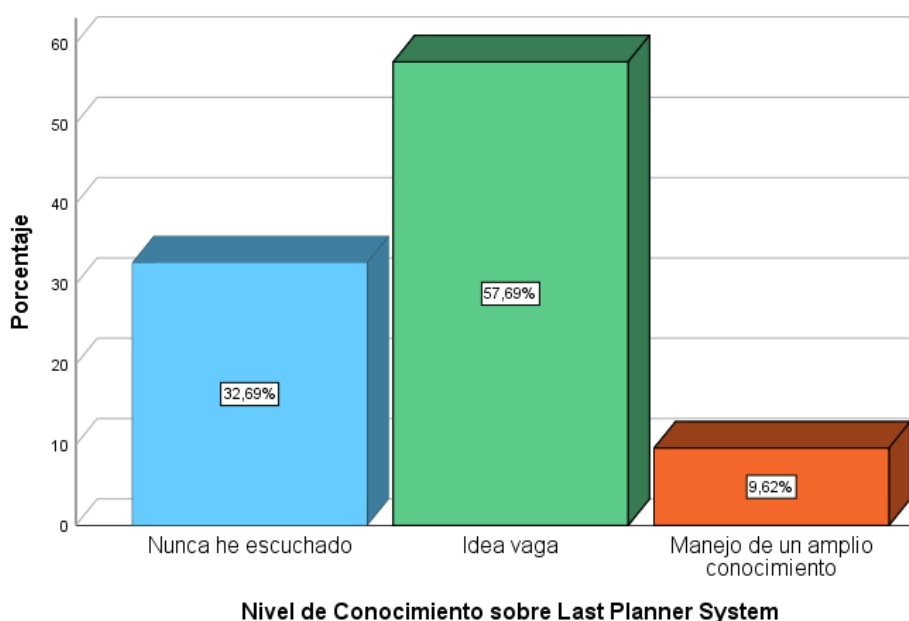


Figura 46. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según Nivel de Conocimiento sobre Last Planner System.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 32,69% de los residentes nunca han escuchado dicha propuesta, el 57,69% tienen una idea vaga, en cambio el 9,62% tienen manejo de un amplio conocimiento sobre Last Planner System. De acuerdo a los encuestados, la mayoría de los residentes, tienen una idea vaga sobre Last Planner System lo que muestra la realidad respecto a nuevos conocimientos en nuestra región de Tacna.

Tabla 43. Motivos por los que usted no considera emplear el Last Planner System, en Tacna.

Motivos	Residentes	
	N°	%
No hay profesional capacitado	18	34,62
No cuenta con los fondos suficientes	4	7,69
Prefieren trabajar tradicionalmente	12	23,08
La competencia, no la emplea	5	9,62
Desconocimiento de esta herramienta	13	25,00
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

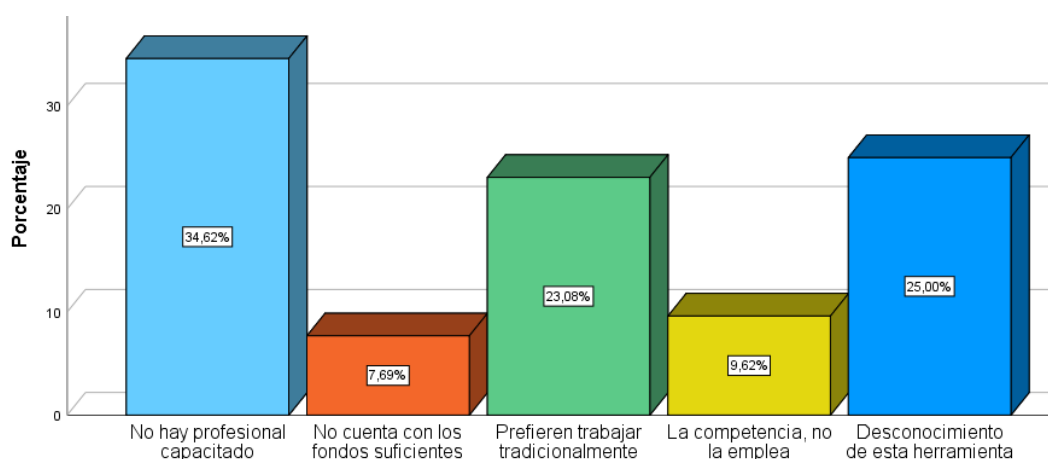


Figura 47. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según motivos por los que usted no considera emplear el Last Planner System, en Tacna.

(Fuente: Elaboración Propia)

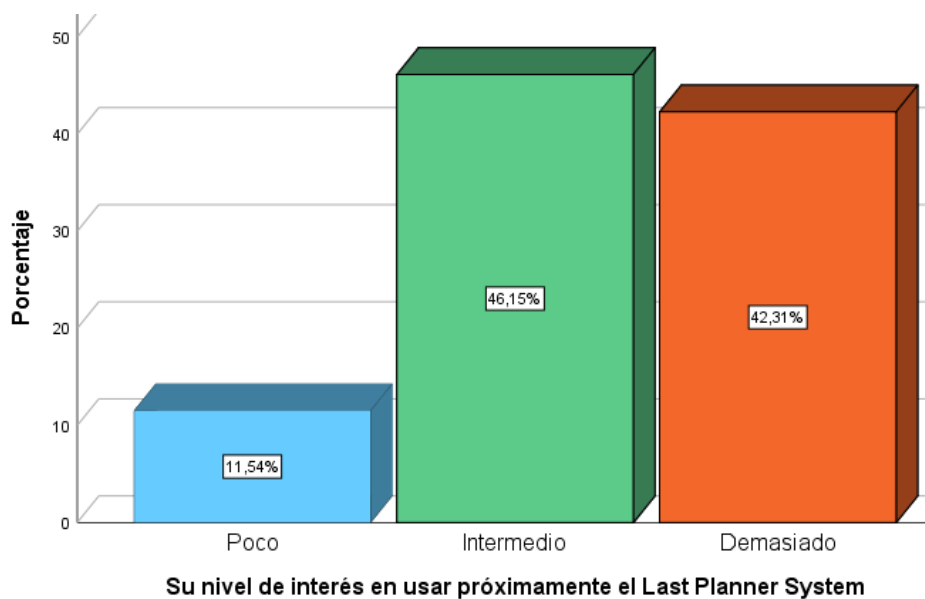
Interpretación

Se encuentra que, el mayor porcentaje de encuestados observaron que no considera emplear Last Planner System por no contar con profesionales capacitados (34,62%), en cambio un poco porcentaje observan que el motivo es no contar con los fondos suficientes (7,69%).

Tabla 44. Nivel de interés en usar próximamente el Last Planner System.

Interés	Residentes	
	N°	%
Nulo	0	0,00
Poco	6	11,54
Intermedio	24	46,15
Demasiado	22	42,31
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 48.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según su nivel de interés en usar próximamente el Last Planner System.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el mayor porcentaje de encuestados observaron que hay un interés intermedio de usar próximamente Last Planner System (46,15%) e interés demasiado un 42.31% de los residentes. Es decir hay mucho interés en conocer LPS.

Tabla 45. ¿Le gustaría conocer o trabajar en la ejecución de Obras de Infraestructura con una metodología alineada a un modelo de estándar internacional de Gestión de Proyectos?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	52	100,00
No	0	0,00
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

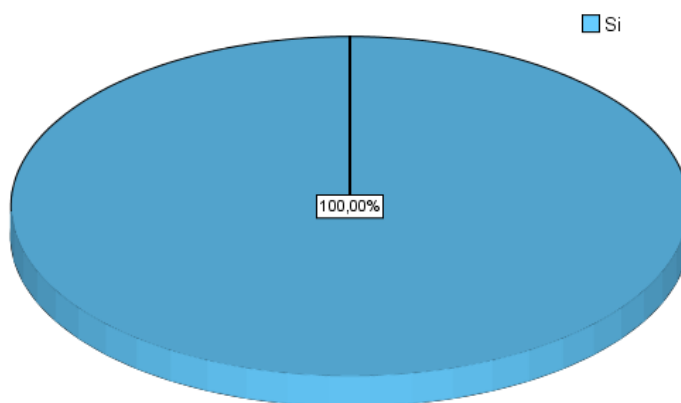


Figura 49. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Le gustaría conocer o trabajar en la ejecución de Obras de Infraestructura con una metodología alineada a un modelo de estándar internacional de Gestión de Proyectos?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 100% de los residentes si les gustaría conocer o trabajar en la ejecución de Obras de Infraestructura con una metodología alineada a un modelo de estándar internacional de Gestión de Proyectos.

Tabla 46. ¿Le gustaría contar con una metodología para ejecutar Obras de Infraestructura que contemple integralmente programación uso de LPS?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	51	98,08
No	1	1,92
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

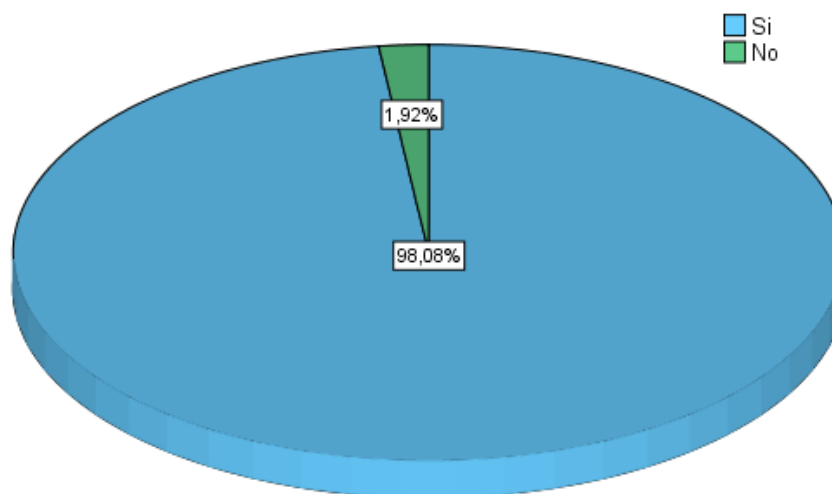


Figura 50. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Le gustaría contar con una metodología para ejecutar Obras de Infraestructura que contemple integralmente programación uso de LPS?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, según ¿Le gustaría contar con una metodología para ejecutar Obras de Infraestructura que contemple integralmente programación uso de LPS?, el 98,08% de los residentes si les gustaría contar con una metodología para ejecutar Obras de Infraestructura que contemple integralmente programación uso de LPS, en cambio el 1,92% no les interesa.

Tabla 47. ¿Le gustaría trabajar de manera individual o para empresas consultoras que cuenten con una metodología para la ejecución de Obras de Infraestructura alineadas a un modelo de estándar internacional programación de sectorización?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	52	100,00
No	0	0,00
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

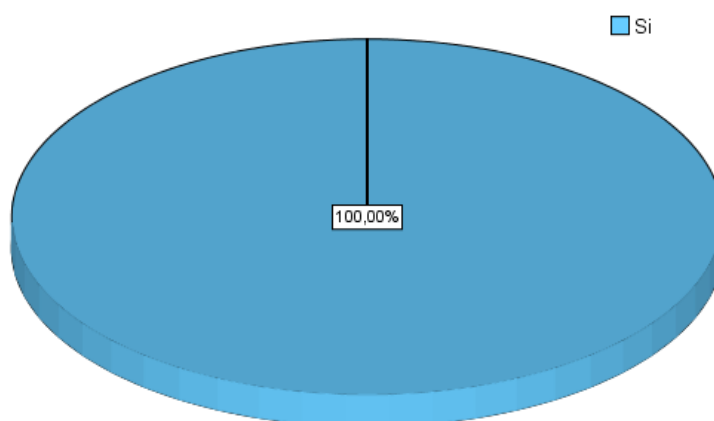


Figura 51. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Le gustaría trabajar de manera individual o para empresas consultoras que cuenten con una metodología para la ejecución de Obras de Infraestructura alineadas a un modelo de estándar interna?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 100% de los residentes si les gustaría trabajar de manera individual o para empresas consultoras que cuenten con una metodología para la ejecución de Obras de Infraestructura alineadas a un modelo de estándar internacional programación de sectorización.

Tabla 48. ¿Cree Usted, que contando con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de Gestión de Proyectos), solucionaríamos varios problemas en la Gestión de planificación de Obra?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Si	42	80,77
No	10	19,23
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

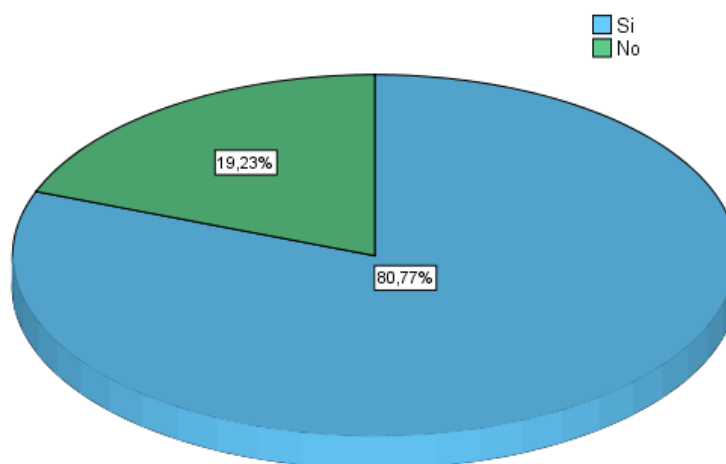


Figura 52. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿Cree Usted, que contando con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de Gestión de Proyectos), solucionaríamos varios problemas en la Gestión de planificación de Obra?

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 80.77% de los residentes afirman que, solucionarían varios problemas en la gestión de planificación de una obra, contando con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de Gestión de Proyectos), en cambio el 19,23% no solucionarían dichos problemas.

Tabla 49. ¿Con qué nivel de frecuencia considera usted que emplea la herramienta Last Planner System?.

Categorías	Residentes	
	N°	%
Muy pocas veces	33	63,46
Regularmente	14	26,92
Siempre	5	9,62
Total	52	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

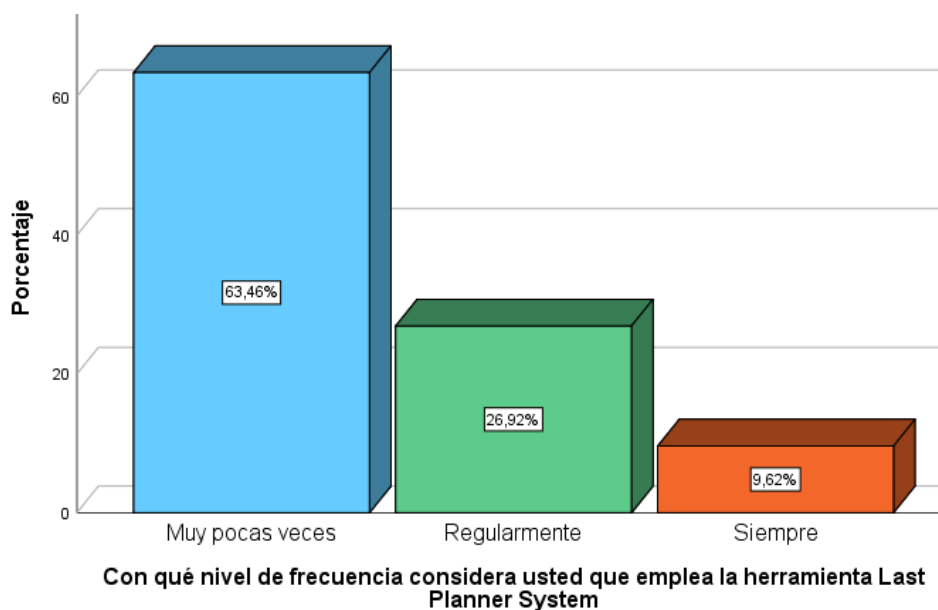


Figura 53. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según ¿con qué nivel de frecuencia considera usted que emplea la herramienta Last Planner System?.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que el 63,46% de los residentes consideran muy pocas veces, emplea la herramienta Last Planner System, el 26,92% regularmente, en cambio el 9,62% considera que siempre emplea la herramienta Last Planner System.

Tabla 50. Reuniones semanales con el grupo de trabajo.

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	5	11,11
Eventualmente	18	40,00
Neutro	5	11,11
Reiteradamente	10	22,22
Siempre	7	15,56
Total	45	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

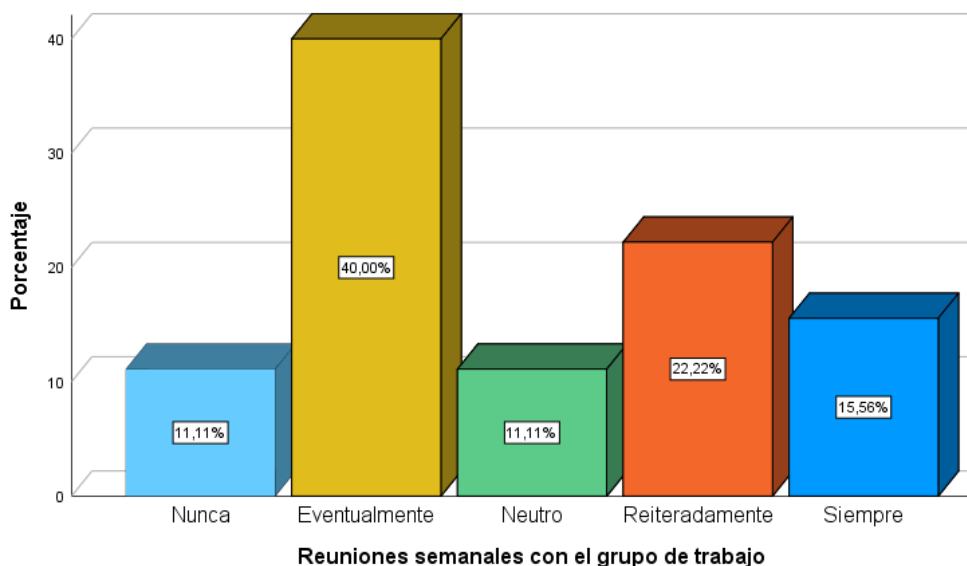


Figura 54. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según reuniones semanales con el grupo de trabajo.

(Fuente: Elaboración Propia)

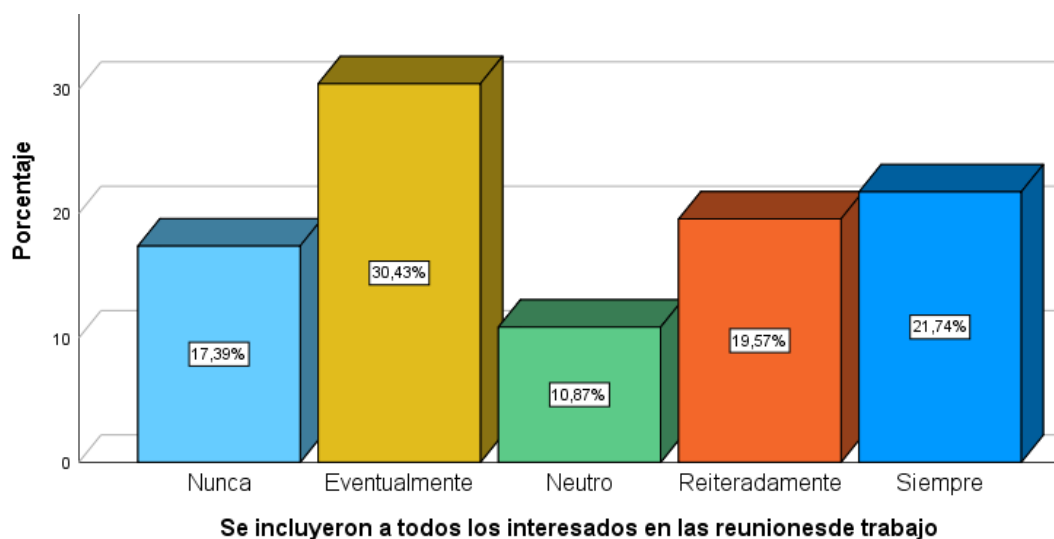
Interpretación

Se encuentra que, según reuniones semanales con el grupo de trabajo, el mayor porcentaje de encuestados observaron que eventualmente hay reuniones semanales con el grupo (40%), en cambio un poco porcentaje observan que nunca hay reuniones (11,11%).

Tabla 51. ¿Se incluyeron a todos los interesados en las reuniones de trabajo?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	8	17,39
Eventualmente	14	30,43
Neutro	5	10,87
Reiteradamente	9	19,57
Siempre	10	21,74
Total	46	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 55.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se incluyeron a todos los interesados en las reuniones de trabajo.

(Fuente: Elaboración Propia)

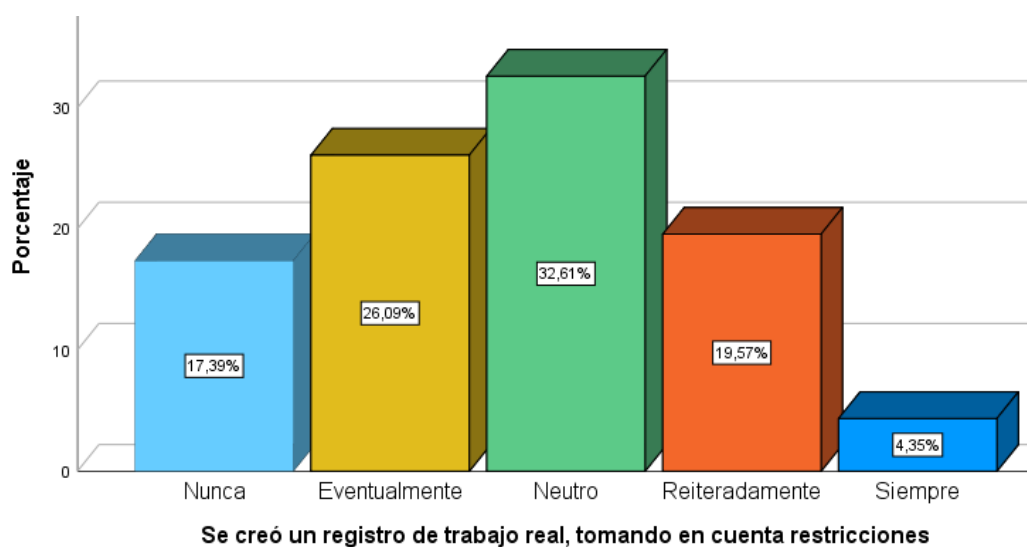
Interpretación

Se encuentra que, el mayor porcentaje de encuestados observaron que eventualmente incluyen a todos los interesados en las reuniones de trabajo (30,43%), en cambio el 21,74% siempre incluyen a los interesados en las reuniones de trabajo.

Tabla 52. ¿Se creó un registro de trabajo real, tomando en cuenta restricciones?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	8	17,39
Eventualmente	12	26,09
Neutro	15	32,61
Reiteradamente	9	19,57
Siempre	2	4,35
Total	46	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 56.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se creó un registro de trabajo real, tomando en cuenta restricciones.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 17,39% de los residentes observaron que nunca se creó un registro de trabajo real, tomando en cuenta restricciones, el 26,9% eventualmente, el 32,61% neutralmente, el 19,57% reiteradamente, en cambio el 4,35% siempre hay un registro de trabajo real, tomando en cuenta restricciones.

Tabla 53. ¿Se creó un plan semanal de ejecución?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	5	9,80
Eventualmente	8	15,69
Neutro	17	33,33
Reiteradamente	15	29,41
Siempre	6	11,76
Total	51	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

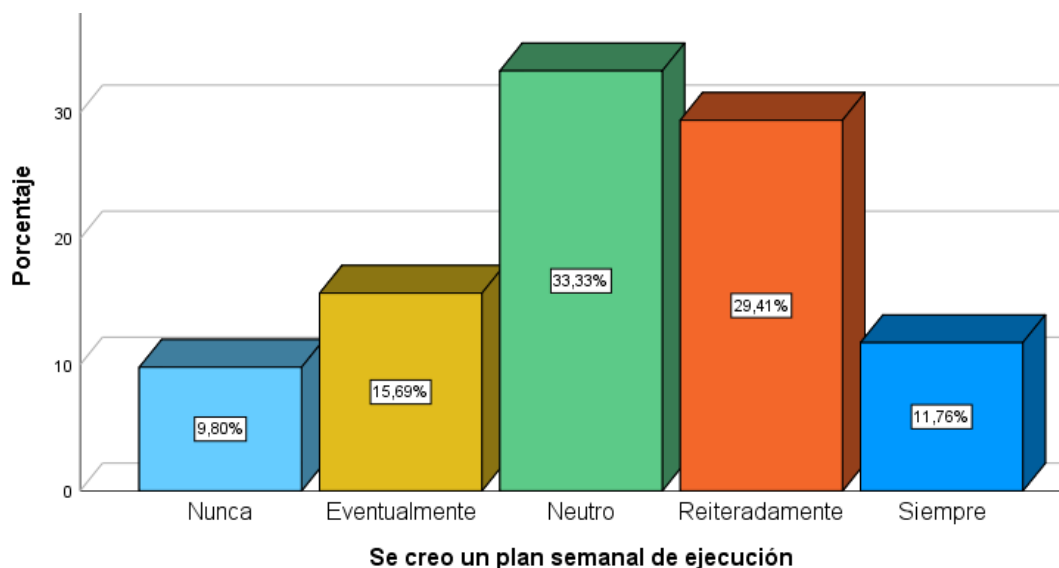


Figura 57. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se creó un plan semanal de ejecución.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 9,80% de los residentes observaron que no hay un plan semanal de ejecución, el 15,69% eventualmente, el 33,33% neutralmente, el 29,41% reiteradamente, en cambio el 11,76% siempre hay un plan semanal de ejecución.

Tabla 54. ¿Se detectaron a tiempo las restricciones?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	5	11,11
Eventualmente	18	40,00
Neutro	8	17,78
Reiteradamente	11	24,44
Siempre	3	6,67
Total	45	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

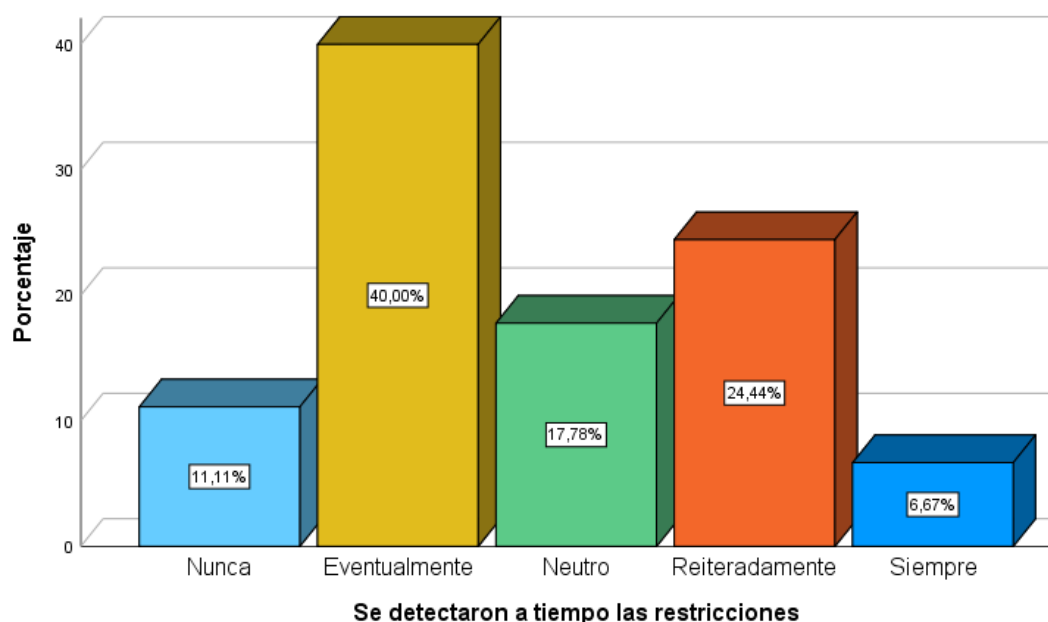


Figura 58. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se detectaron a tiempo las restricciones.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 11,11% de los residentes nunca detectaron a tiempo las restricciones, el 40% eventualmente, el 17,78% neutro, el 24,44% reiteradamente, en cambio el 6,67% siempre detectan a tiempo las restricciones. De acuerdo a la percepción de la mayoría de los residentes, eventualmente detectan a tiempo las restricciones.

Tabla 55. ¿Se midió el indicador del Porcentaje de Plan Completado y la Causa de No Cumplimiento?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	4	10,53
Eventualmente	16	42,11
Neutro	10	26,32
Reiteradamente	7	18,42
Siempre	1	2,63
Total	38	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

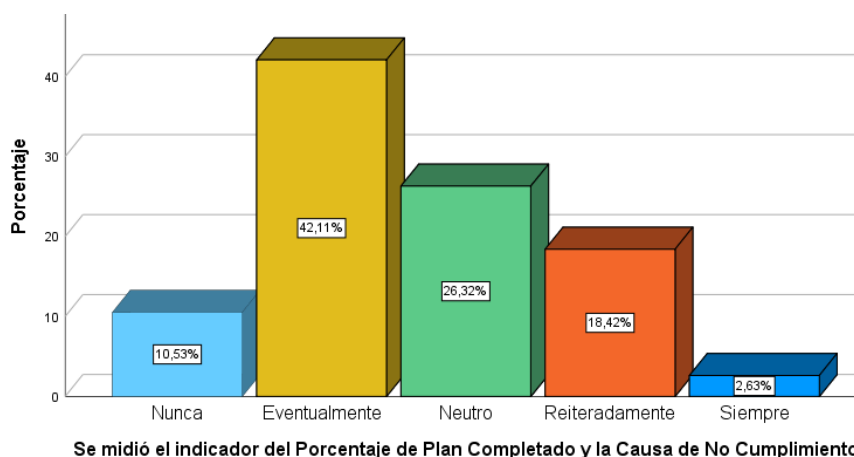


Figura 59. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se midió el indicador del Porcentaje de Plan Completado y la Causa de No Cumplimiento.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 10,53% de los residentes perciben que nunca se midió el indicador del Porcentaje de Plan Completado y la Causa de No Cumplimiento, el 42,11% eventualmente, el 26,32% neutro, el 18,42% reiteradamente, en cambio el 2,63% siempre lo tiene en cuenta. De acuerdo a la percepción de la mayoría de los residentes, eventualmente se mide el indicador del Porcentaje de Plan Completado y la Causa de No Cumplimiento.

Tabla 56. ¿Se midió la productividad de los trabajadores?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	5	11,11
Eventualmente	15	33,33
Neutro	7	15,56
Reiteradamente	10	22,22
Siempre	8	17,78
Total	45	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

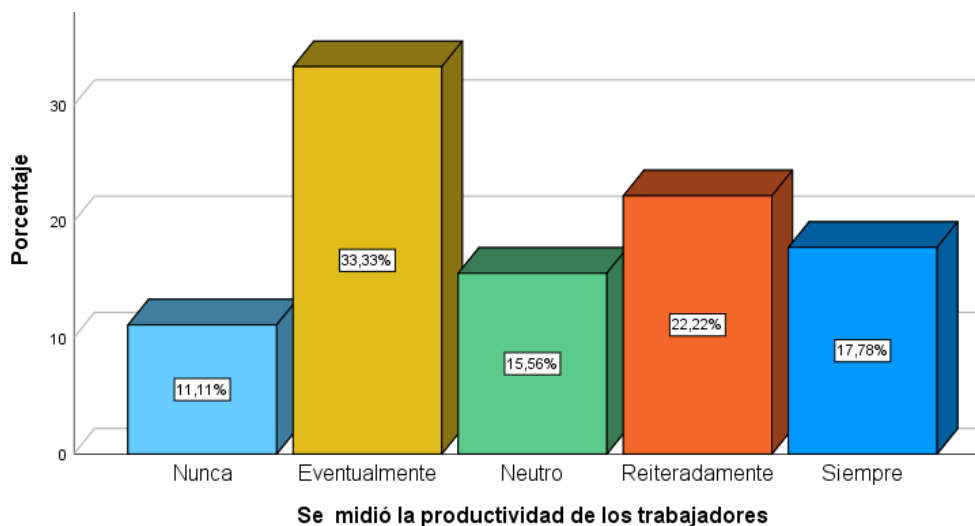


Figura 60. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se midió la productividad de los trabajadores.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 11,11% de los residentes observaron que nunca se midió la productividad de los trabajadores, el 33,33% eventualmente, el 15,56% neutro, el 22,22% reiteradamente, en cambio el 17,78% siempre miden la productividad de los trabajadores. De acuerdo a la percepción de la mayoría de los residentes, eventualmente se miden la productividad de los trabajadores.

Tabla 57. ¿Se analizaron las pérdidas?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	8	22,22
Eventualmente	6	16,67
Neutro	7	19,44
Reiteradamente	9	25,00
Siempre	6	16,67
Total	36	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

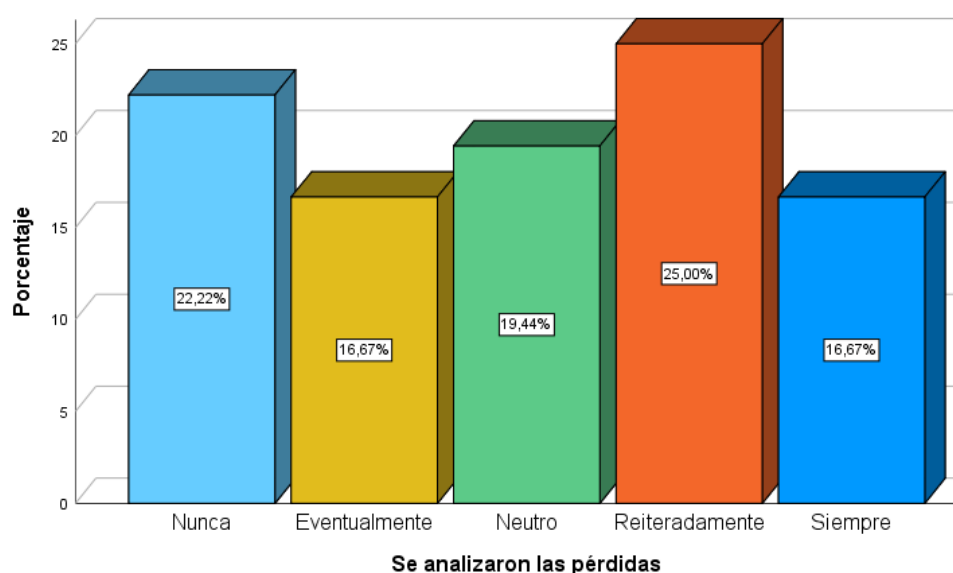


Figura 61. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se analizaron las pérdidas.

(Fuente: Elaboración Propia)

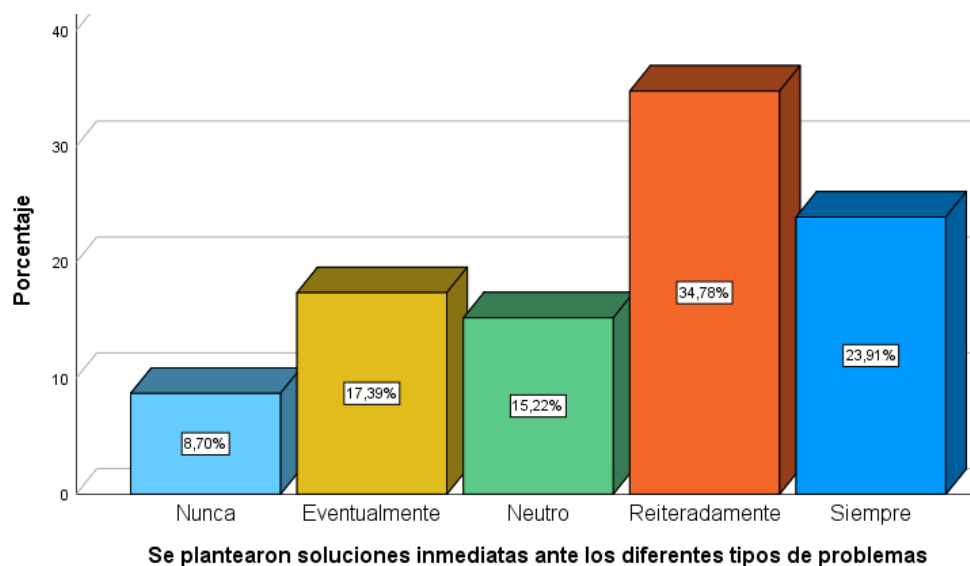
Interpretación

Se encuentra que, según se analizaron las pérdidas, el 22,22% de los residentes observaron que nunca se analizaron las pérdidas, el 16,67% eventualmente, el 19,44% neutro, el 25% reiteradamente, en cambio el 16,67% siempre analizan las pérdidas.

Tabla 58. ¿Se plantearon soluciones inmediatas ante los diferentes tipos de problemas?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	4	8,70
Eventualmente	8	17,39
Neutro	7	15,22
Reiteradamente	16	34,78
Siempre	11	23,91
Total	46	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 62.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se plantearon soluciones inmediatas ante los diferentes tipos de problemas.

(Fuente: Elaboración Propia)

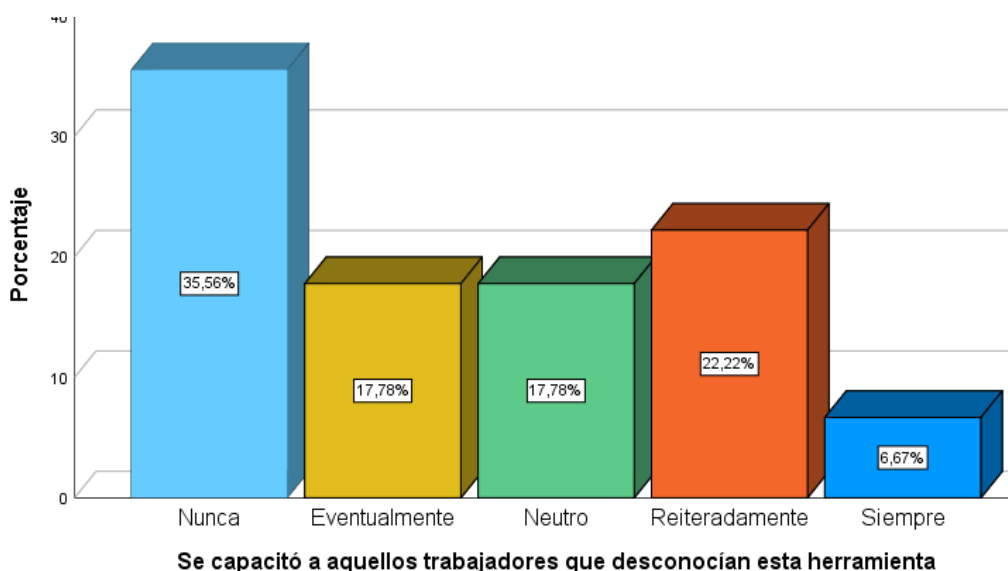
Interpretación

Se encuentra que, el 8,70% de los residentes observan que nunca plantean soluciones inmediatas ante los diferentes tipos de problemas, el 17,39% eventualmente, el 15,22% neutro, el 34,78% reiteradamente, en cambio el 23,91% siempre plantean soluciones inmediatas ante los diferentes tipos de problemas.

Tabla 59. ¿Se capacitó a aquellos trabajadores que desconocían esta herramienta?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	16	35,56
Eventualmente	8	17,78
Neutro	8	17,78
Reiteradamente	10	22,22
Siempre	3	6,67
Total	45	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 63.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se capacitó a aquellos trabajadores que desconocían esta herramienta.

(Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación

Se encuentra que, el 35,56% de los residentes observan que nunca se capacitan a aquellos trabajadores que desconocían esta herramienta, el 17,78% eventualmente, el 17,78% neutro, el 22,22% reiteradamente, en cambio el 6,67% observan que siempre se capacitan a aquellos trabajadores que desconocían esta herramienta.

Tabla 60. ¿Se realizó una correcta sectorización teniendo en cuenta las restricciones con las que se contaban?

Categorías	Residentes	
	N°	%
Nunca	9	24,32
Eventualmente	4	10,81
Neutro	13	35,14
Reiteradamente	8	21,62
Siempre	3	8,11
Total	37	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

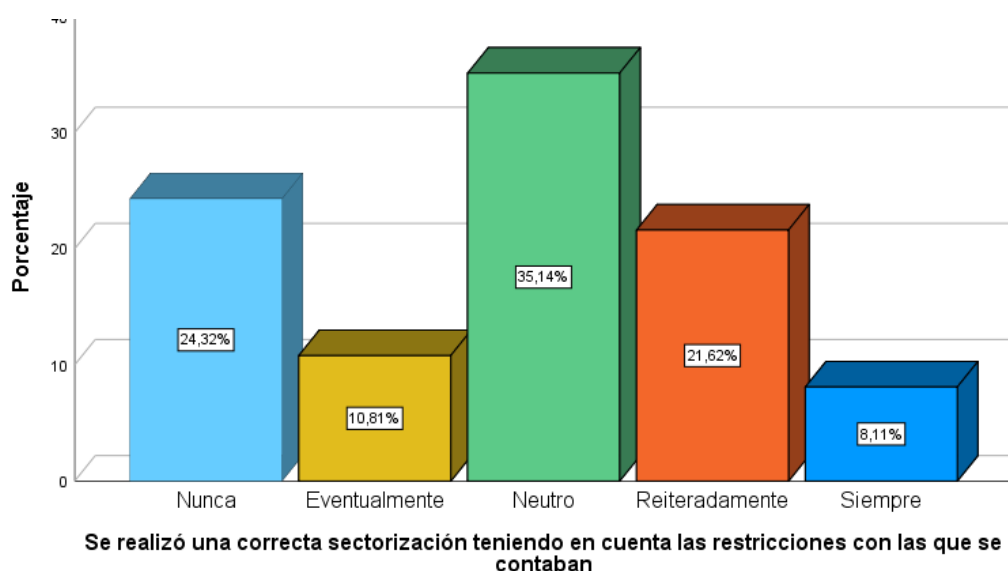


Figura 64. Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según se realizó una correcta sectorización teniendo en cuenta las restricciones con las que se contaban.

(Fuente: Elaboración Propia)

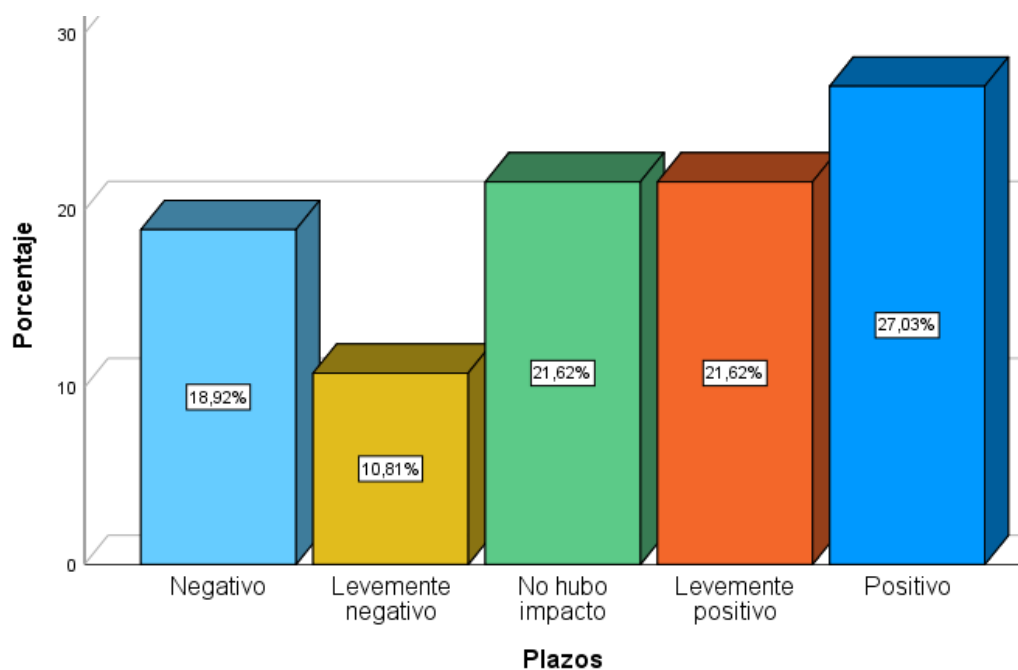
Interpretación

Se encuentra que, el 24,32% de los residentes observan que nunca se realiza una correcta sectorización, el 10,81% eventualmente, el 35,14% neutro, el 21,62% reiteradamente, en cambio el 8,11% observan que siempre se realiza una correcta sectorización teniendo en cuenta las restricciones con las que se contaban.

Tabla 61. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto **plazos**

Plazos	Residentes	
	N°	%
Negativo	7	18,92
Levemente negativo	4	10,81
No hubo impacto	8	21,62
Levemente positivo	8	21,62
Positivo	10	27,03
Total	37	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 65.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto plazos.

(Fuente: Elaboración Propia)

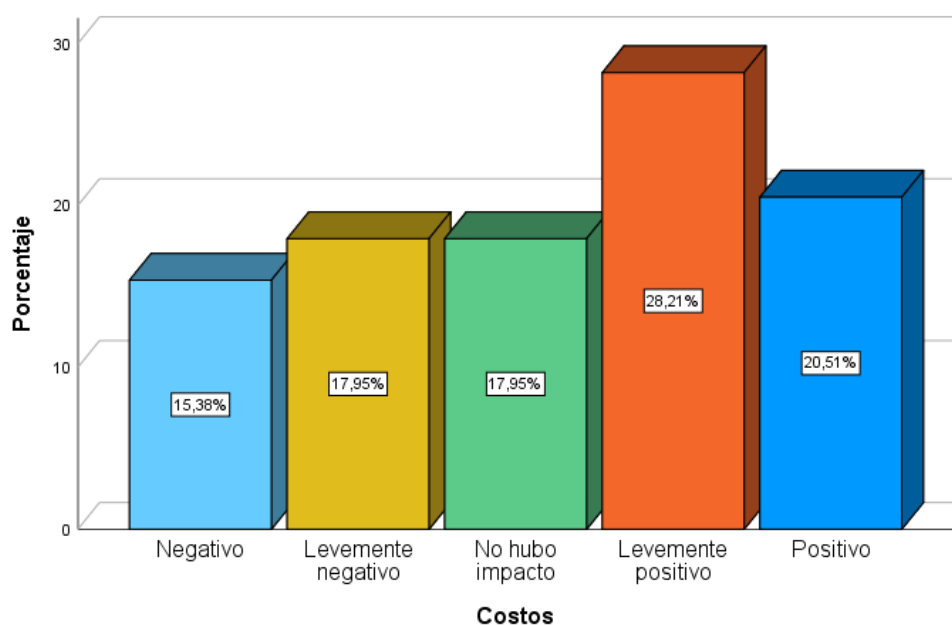
Interpretación

Se encuentra que, el 27,03% de los residentes observaron que el impacto ha sido positivo en el aspecto de plazos, en cambio el 18,92% consideran que el impacto ha sido negativo.

Tabla 62. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto **costos**.

Costos	Residentes	
	N°	%
Negativo	6	15,38
Levemente negativo	7	17,95
No hubo impacto	7	17,95
Levemente positivo	11	28,21
Positivo	8	20,51
Total	39	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 66.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto costos.

(Fuente: Elaboración Propia)

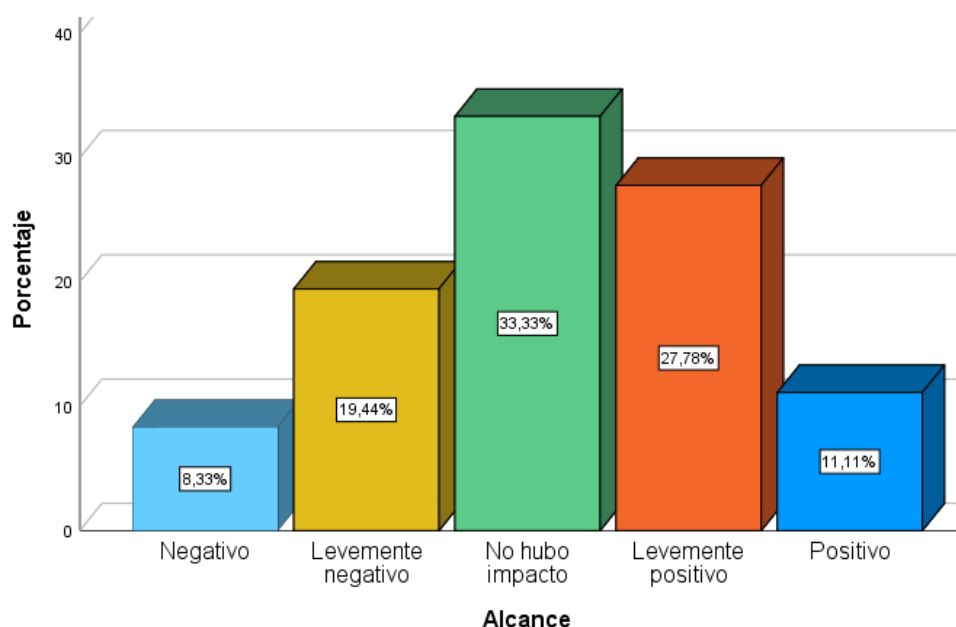
Interpretación

Se encuentra que, el 28,21% de los residentes observaron que el impacto ha sido levemente positivo; el 20,51% de los residentes observaron que el impacto ha sido positivo en el aspecto de costos, en cambio el 15,38% consideran que el impacto ha sido negativo.

Tabla 63. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto *alcance*.

Alcance	Residentes	
	N°	%
Negativo	3	8,33
Levemente negativo	7	19,44
No hubo impacto	12	33,33
Levemente positivo	10	27,78
Positivo	4	11,11
Total	36	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 67.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto *alcance*.

(Fuente: Elaboración Propia)

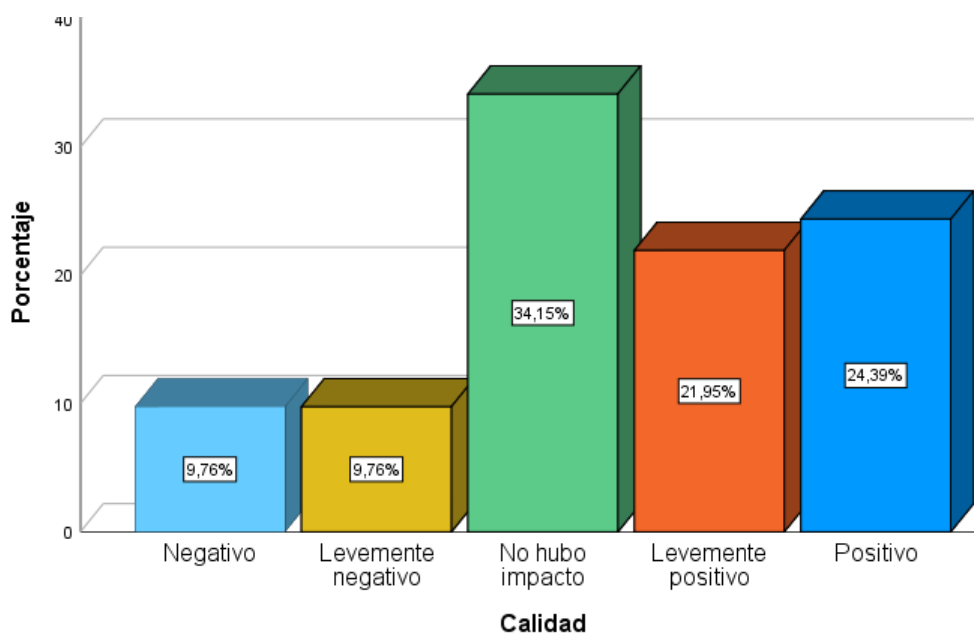
Interpretación

Se encuentra que, según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto alcances, el 11,11% de los residentes observaron que el impacto ha sido positivo en el aspecto de alcances, en cambio el 8,33% consideran que el impacto ha sido negativo.

Tabla 64. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto **calidad**.

Calidad	Residentes	
	N°	%
Negativo	4	9,76
Levemente negativo	4	9,76
No hubo impacto	14	34,15
Levemente positivo	9	21,95
Positivo	10	24,39
Total	41	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 68.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto **calidad**.

(Fuente: Elaboración Propia)

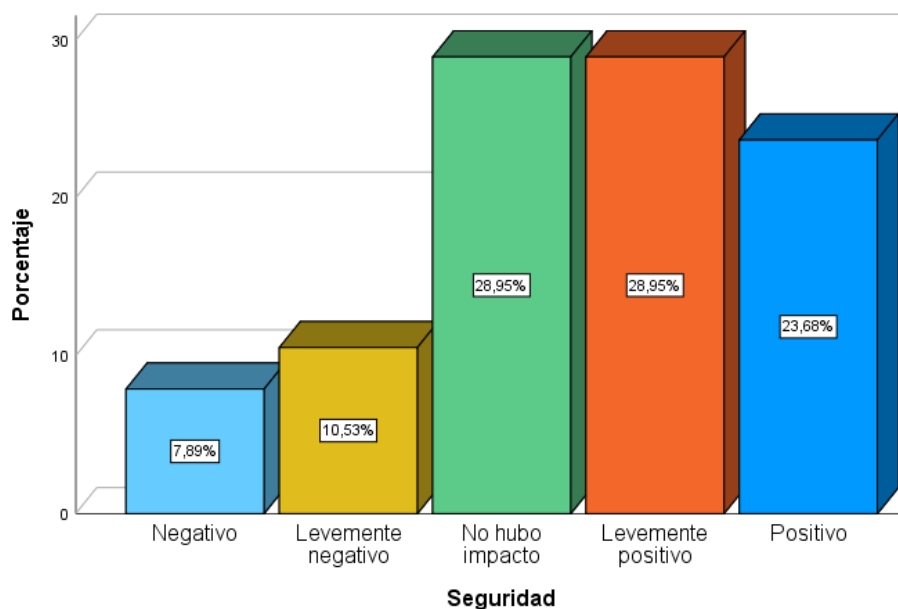
Interpretación

Se encuentra que, el 24,39% de los residentes observaron que el impacto ha sido positivo en el aspecto de calidad, en cambio el 9,76% consideran que el impacto ha sido negativo.

Tabla 65. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto **seguridad**.

Seguridad	Residentes	
	N°	%
Negativo	3	7,89
Levemente negativo	4	10,53
No hubo impacto	11	28,95
Levemente positivo	11	28,95
Positivo	9	23,68
Total	38	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 69.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto seguridad.

(Fuente: Elaboración Propia)

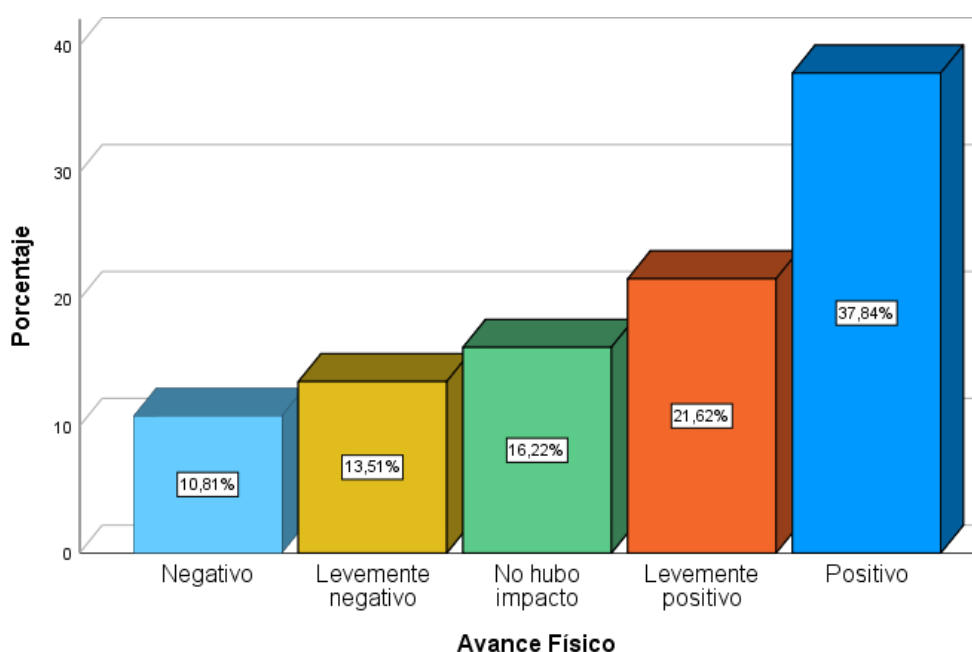
Interpretación

Se encuentra que, el 23,68% de los residentes observaron que el impacto ha sido positivo en el aspecto de seguridad, en cambio el 7,89% consideran que el impacto ha sido negativo.

Tabla 66. El impacto ha sido positivo y/o negativo en el aspecto de **avance físico**.

Avance físico	Residentes	
	N°	%
Negativo	4	10,81
Levemente negativo	5	13,51
No hubo impacto	6	16,22
Levemente positivo	8	21,62
Positivo	14	37,84
Total	37	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 70.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto de avance físico.

(Fuente: Elaboración Propia)

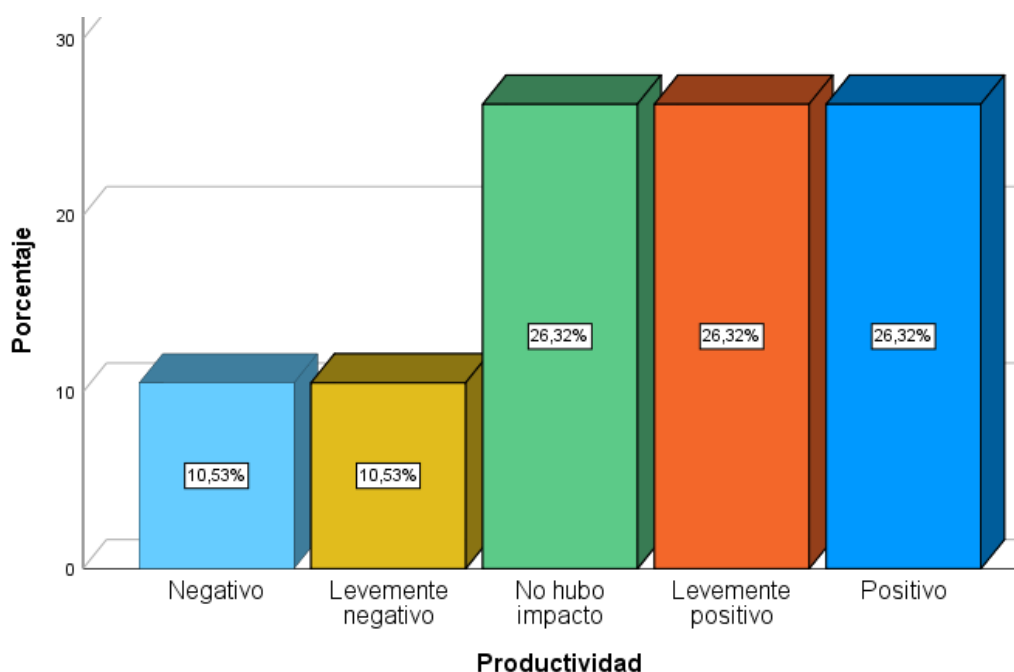
Interpretación

Se encuentra que, el 37,84% de los residentes observaron que el impacto ha sido positivo en el aspecto de avance físico, en cambio el 10,81% consideran que el impacto ha sido negativo.

Tabla 67. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto de **productividad**.

Productividad	Residentes	
	N°	%
Negativo	4	10,53
Levemente negativo	4	10,53
No hubo impacto	10	26,32
Levemente positivo	10	26,32
Positivo	10	26,32
Total	38	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 71.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto de productividad.

(Fuente: Elaboración Propia)

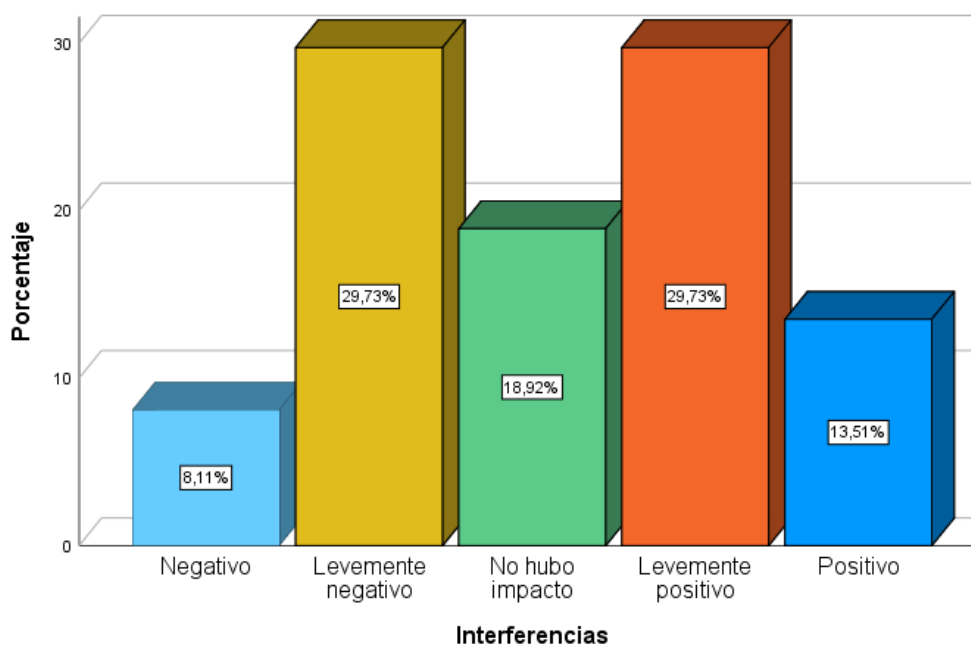
Interpretación

Se encuentra que, el 26,32% de los residentes observaron que el impacto ha sido positivo en el aspecto de productividad, en cambio el 10,53% consideran que el impacto ha sido negativo.

Tabla 68. El impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto de **interferencias**.

Interferencias	Residentes	
	N°	%
Negativo	3	8,11
Levemente negativo	11	29,73
No hubo impacto	7	18,92
Levemente positivo	11	29,73
Positivo	5	13,51
Total	37	100,00

(Fuente: Elaboración Propia)

**Figura 72.** Distribución de frecuencia porcentual de los residentes según el impacto ha sido positivo y negativo en el aspecto de interferencias.

Interpretación

Se encuentra que, el 13,51% de los residentes observaron que el impacto ha sido positivo en el aspecto de interferencias, en cambio el 8,11% consideran que el impacto ha sido negativo.

DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA ENCUESTA

Se deduce que los encuestados tienen experiencia en ejecución de obras y se muestra que invierten mucho tiempo y dinero en la elaboración de presupuestos y planificaciones de obra.

Asimismo, ven la planificación como un deseo de la forma en la que se llevará a cabo el proyecto en la realidad, lo que no se concreta con eficiencia, ya que no existe una programación mensual, semanal y diaria que esté liberada de restricciones para ejecutar eficientemente un proyecto para cumplir y hasta reducir el tiempo de la planificación maestra.

La mayoría de los ingenieros civiles y arquitectos que han ejecutado una obra afirman que desconocen la filosofía Lean Construction, lo que obviamente incluye su herramienta Last Planner System, la cual se realiza con el uso de criterios de sectorización para que la aplicación de esta metodología sea exitosa.

Finalmente, podemos mencionar que hay interés de conocer la filosofía Lean Construction por parte de los encuestados, y se desea conocer la manera de mejorar la productividad en un proyecto de construcción logrando que éste sea eficiente y rentable.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación, permiten manifestar lo siguiente:

Debido al paradigma del sector de construcción, poco acostumbrado a la innovación, nos enfrentamos a varios desafíos que frenan las nuevas ideas e implementaciones de metodologías que garantizan, mediante la experiencia con la que se vienen ejecutando diferentes proyectos, una optimización en cuanto a tiempo y costo.

La problemática está dada básicamente por los retrasos de proyectos de construcción, que se vienen presentando en las distintas obras de la región de Tacna, esto debido a una inadecuada gestión de la producción, la cual a pesar de tener conceptualmente procesos que potenciarían la producción, no surte el efecto esperado; es conocido el hecho que la variabilidad en obras civiles es grande, de modo que su manejo se vuelve más complejo, por lo que lo proyectado difiere de la realidad considerando la productividad como planeamiento y programación, la correcta sectorización de obra, el uso, la calidad, seguridad y salud en la obra.

De las restricciones planteadas, es viable observar que no hubo restricción alguna porque cuenta con los materiales necesarios, así como por ejemplo en cuanto al concreto las dos empresas proveedoras en Tacna, afirmaron que proveen hasta 400 m³ al día, por tanto, no hay restricción, asimismo en el lugar de ejecución hay espacios suficientes para planificar la obra con diferentes cuadrillas.

Con el desconocimiento de esta filosofía, según las encuestas de esta investigación, no se cumplen los plazos, no se logra una productividad y no hay un empleo de los criterios de sectorización en proyectos de construcción en la ciudad de Tacna.

APLICACIÓN

En el presente trabajo de investigación se tomó como ejemplo a comparar el proyecto “Construcción del Centro Comercial La Unión”, ya que se contaba con la información necesaria para poder elaborar la comparación.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Según expediente técnico, está referida a una Habilitación para uso de Comercio (Centro Comercial por Departamentos), ubicado en el Asentamiento Humano Programa Municipal de Vivienda Villa Héroes del Cenepa, Manzana C, Lote 2 (Comercio), Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia y Departamento de Tacna. Conforme al Certificado de Parámetros Urbanísticos y Edificatorios N° 002-2013-SGPU-GDU-MDCGAL; el cuadro de normas generales de ubicación indica; nivel de expansión Zona Urbana, Zonificación Equipamiento Urbano Comercialización, Compatibilidad C3, Coeficiente de Edificación 4.0, Estacionamiento 1 por cada 90 m² de área de ventas. Tendrá un aforo de 900 personas, Estacionamientos para 17 vehículos que incluye los ubicados en vía pública de la Avenida Los Fresnos, aplicable las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones 010 y 070.



Figura 73. Ubicación del C.C. LA UNION

(Fuente: Google Maps)

Linderos y Perímetros:

Por el Frente: Con la Avenida Los Fresnos, en línea recta de 46.96 m.

Por la Derecha: Con el Lote 1 (Parque), en línea recta de 49.00 m.

Por la Izquierda: Con la Av. Villa El Salvador (Calle 2), en línea recta de 49.64m.

Por el Fondo: Con el Lote 2A (Servicios Comunes), Lote 2B (Servicios Comunes) y Lote 2C (Servicios Comunes), en línea recta de 54.93 m.

Área:

El terreno tiene un área de 2,496.31 m².

Presupuesto

El Presupuesto Base del Proyecto del primer Nivel asciende a la suma de S/2,812,377.41 Soles, incluido costo directo, Gastos Generales, Utilidades, supervisión e I.G.V.

Tiempo de Ejecución:

La Obra tendrá una duración de 240 días calendario.

PROCEDIMIENTO

Los criterios de sectorización a tomar a considerar son:

- Los metrados reales antes de la ejecución: Se ha encontrado algunas deficiencias en cuanto a metrados del expediente técnico, a raíz de esa problemática no se pudo obtener una adecuada sectorización; por lo que se metró nuevamente, siendo los metrados reales por bloque los siguientes:

PLANILLA DE METRADO								
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL LA UNION								
PARTIDA	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTURA		
01.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS	m3						952.56
	EXCAVACION DE TANQUE CISTERNA		1	7.72	3.10	2.15	51.45	
	EXCAVACION DE MONTACARGA		2	3.32	3.20	2.15	45.68	
	EXCAVACION DE ZAPATAS							
	BLOQUE A							
	Z-3		18	1.20	1.00	1.85	39.96	
	Z-4		3	1.25	1.25	1.85	8.67	
	ZPL-3		1	1.75	1.20	1.85	3.89	
	BLOQUE B							
	Z-3		18	1.20	1.00	1.85	39.96	
	Z-4		3	1.25	1.25	1.85	8.67	
	ZPL-3		1	1.75	1.20	1.85	3.89	
	ZC-1		1	3.30	1.25	1.85	7.63	
	BLOQUE C							
	Z-1		20	1.70	1.50	1.85	94.35	
	Z-2		4	1.55	1.35	1.85	15.48	
	Z-3		1	3.61	1.64	1.85	10.95	
	Z-4		1	1.98	1.70	1.85	6.23	
	ZC-1		1	3.30	1.25	1.85	7.63	
	ZC-2		2	3.10	1.25	1.85	14.34	
	ZPL-3		1	1.75	1.20	1.85	3.89	
	BLOQUE D							
	Z-1		23	1.70	1.50	1.85	108.50	
	Z-2		4	1.55	1.35	1.85	15.48	
	ZC-1		1	3.30	1.25	1.85	7.63	
	ZPL-3		1	1.75	1.20	1.85	3.89	
	BLOQUE E, F, G, H, I, J							
	ZC-5		2	Área=	8.57	1.85	31.69	
			4	Área=	8.18	1.85	60.53	
	ZC-4		2	Área=	8.06	1.85	29.80	
			4	Área=	7.66	1.85	56.68	

	ZC-3	2	Área=	8.06	1.85	29.80	
		4	Área=	7.66	1.85	56.68	
	EXCAVACION DE CIMENTOS						
	BLOQUE A						
	E-1	2	1.00	0.95	0.95	1.81	
	CC-01						
	EJE 2-2 / EJE A-B	1	3.53	0.60	0.95	2.01	
	EJE 2-3 / EJE C-F	1	6.53	0.60	0.95	3.72	
	EJE 3-3 / EJE A-C	1	5.33	0.60	0.95	3.04	
	EJE 4-4 / EJE A-C	1	5.33	0.60	0.95	3.04	
	EJE 5-5 / EJE A-B	1	3.53	0.60	0.95	2.01	
	EJE B-B / EJE 1-6	1	11.57	0.60	0.95	6.59	
	EJE C-C / EJE 1-3	1	3.90	0.60	0.95	2.22	
	EJE D-D / EJE 1-3	1	4.18	0.60	0.95	2.38	
	EJE E-E / EJE 1-3	1	4.18	0.60	0.95	2.38	
	BLOQUE B						
	E-1	2	1.00	0.95	0.95	1.81	
	CC-01						
	EJE 2-2 / EJE K-L	1	3.53	0.60	0.95	2.01	
	EJE 2-3 / EJE G-J	1	6.80	0.60	0.95	3.88	
	EJE 3-3 / EJE J-L	1	5.33	0.60	0.95	3.04	
	EJE 4-4 / EJE J-L	1	5.33	0.60	0.95	3.04	
	EJE 5-5 / EJE J-L	1	5.33	0.60	0.95	3.04	
	EJE G-G / EJE 1-3	1	3.25	0.60	0.95	1.85	
	EJE H-H / EJE 1-3	1	4.20	0.60	0.95	2.39	
	EJE I-I / EJE 1-3	1	4.20	0.60	0.95	2.39	
	EJE J-J / EJE 1-3	1	3.90	0.60	0.95	2.22	
	EJE K-K / EJE 1-6	1	11.57	0.60	0.95	6.59	
	BLOQUE C						
	E-1	2	1.00	0.95	0.95	1.81	
	CC-01						
	EJE 8-8 / EJE J-L	1	4.33	0.60	0.95	2.47	
	EJE 9-9 / EJE J-L	1	4.33	0.60	0.95	2.47	
	EJE 10-10 / EJE J-L	1	4.33	0.60	0.95	2.47	
	EJE 11-11 / EJE J-L	1	4.33	0.60	0.95	2.47	
	EJE 12-12 / EJE J-L	1	4.33	0.60	0.95	2.47	
	EJE 12-13 / EJE G-J	1	6.33	0.60	0.95	3.61	
	EJE 13-13 / EJE K-L	1	3.03	0.60	0.95	1.73	
	EJE G-G / EJE 12-14	1	3.97	0.60	0.95	2.26	
	EJE H-H / EJE 12-14	1	3.87	0.60	0.95	2.21	
	EJE I-I / EJE 12-14	1	3.87	0.60	0.95	2.21	
	EJE J-J / EJE 12-14	1	3.42	0.60	0.95	1.95	
	EJE K-K / EJE 7-14	1	12.73	0.60	0.95	7.26	
	BLOQUE D						
	E-1	2	1.00	0.95	0.95	1.81	
	CC-01						
	EJE 7-7 / EJE A-C	1	4.33	0.60	0.95	2.47	
	EJE 8-8 / EJE A-C	1	3.68	0.60	0.95	2.10	
		1	1.95	0.60	0.95	1.11	
		2	Area=	0.21	0.95	0.40	
	EJE 9-9 / EJE A-C	1	4.33	0.60	0.95	2.47	
	EJE 10-10 / EJE A-C	1	4.33	0.60	0.95	2.47	
	EJE 11-11 / EJE A-B	1	3.03	0.60	0.95	1.73	
	EJE 12-12 / EJE A-C	1	4.33	0.60	0.95	2.47	

	EJE 12-13 / EJE C-F		1	6.63	0.60	0.95	3.78	
			1	Área=	0.04	0.95	0.04	
	EJE 13-13 / EJE A-B		1	3.03	0.60	0.95	1.73	
	EJE A-A / EJE 7-9		1	3.30	0.60	0.95	1.88	
	EJE B-B / EJE 9-14		1	9.22	0.60	0.95	5.26	
	EJE C-C / EJE 7-10		1	5.30	0.60	0.95	3.02	
	EJE C-C / EJE 12-14		1	3.42	0.60	0.95	1.95	
	EJE D-D / EJE 12-14		1	3.87	0.60	0.95	2.21	
	EJE E-E / EJE 12-14		1	3.87	0.60	0.95	2.21	
	EJE F-F / EJE 13-14		1	3.27	0.60	0.95	1.86	
	BLOQUE E, F, G, H, I, J							
	CC-01							
	EJE 4'-4' / EJE A'-F'		1	7.30	0.60	0.95	4.16	
	EJE 4'-4' / EJE G'-K'		1	7.31	0.60	0.95	4.17	
	EJE 7'-7' / EJE A'-F'		1	7.30	0.60	0.95	4.16	
	EJE 7'-7' / EJE G'-K'		1	7.30	0.60	0.95	4.16	
	EJE 10'-10' / EJE A'-F'		1	7.30	0.60	0.95	4.16	
	EJE 10'-10' / EJE G'-K'		1	7.30	0.60	0.95	4.16	
	CC-03							
	EJE B'-J' / 3'-5'		4	5.80	0.40	0.95	8.82	
	EJE B'-J' / 7'-9'		4	5.80	0.40	0.95	8.82	
	EJE B'-J' / 9'-11'		4	5.80	0.40	0.95	8.82	
01.02.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
01.02.02	CIMIENTO CORRIDO F'C = 100 KG/CM2 C:H 1:10+30%P.G MAX 6"	m3						43.87
	BLOQUE A							
	E-1		2	1.00	0.95	0.80	1.52	
	CC-01							
	EJE 2-2 / EJE A-B		1	4.28	0.60	0.80	2.05	
	EJE 2-3 / EJE C-F		1	7.35	0.60	0.80	3.53	
	EJE 3-3 / EJE A-C		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 4-4 / EJE A-C		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 5-5 / EJE A-B		1	4.28	0.60	0.80	2.05	
	EJE B-B / EJE 1-6		1	15.32	0.60	0.80	7.35	
	EJE C-C / EJE 1-3		1	5.40	0.60	0.80	2.59	
	EJE D-D / EJE 1-3		1	4.95	0.60	0.80	2.37	
	EJE E-E / EJE 1-3		1	4.95	0.60	0.80	2.37	
	BLOQUE B							
	E-1		2	1.00	0.95	0.80	1.52	
	CC-01							
	EJE 2-2 / EJE K-L		1	4.28	0.60	0.80	2.05	
	EJE 2-3 / EJE G-J		1	7.40	0.60	0.80	3.55	
				ÁREA=	0.09	0.80	0.07	
	EJE 3-3 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 4-4 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 5-5 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE G-G / EJE 1-3		1	3.65	0.60	0.80	1.75	
	EJE H-H / EJE 1-3		1	4.95	0.60	0.80	2.37	
	EJE I-I / EJE 1-3		1	4.95	0.60	0.80	2.37	
	EJE J-J / EJE 1-3		1	5.40	0.60	0.80	2.59	
	EJE K-K / EJE 1-6		1	15.32	0.60	0.80	7.35	
	BLOQUE C							
	E-1		2	1.00	0.95	0.80	1.52	
	CC-01							

	EJE 8-8 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 9-9 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 10-10 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 11-11 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 12-12 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 12-13 / EJE G-J		1	7.40	0.60	0.80	3.55	
	EJE 13-13 / EJE K-L		1	4.28	0.60	0.80	2.05	
	EJE G-G / EJE 12-14		1	5.42	0.60	0.80	2.60	
	EJE H-H / EJE 12-14		1	4.97	0.60	0.80	2.39	
	EJE I-I / EJE 12-14		1	4.97	0.60	0.80	2.39	
	EJE J-J / EJE 12-14		1	5.42	0.60	0.80	2.60	
	EJE K-K / EJE 7-14		1	21.62	0.60	0.80	10.38	
	BLOQUE D							
	E-1		2	1.00	0.95	0.80	1.52	
	CC-01							
	EJE 7-7 / EJE A-C		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 8-8 / EJE A-C		1	9.01	0.60	0.80	4.32	
	EJE 9-9 / EJE A-C		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 10-10 / EJE A-C		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 11-11 / EJE A-B		1	4.28	0.60	0.80	2.05	
	EJE 12-12 / EJE A-C		1	4.28	0.60	0.80	2.05	
	EJE 12-13 / EJE C-F		1	7.40	0.60	0.80	3.55	
	EJE 13-13 / EJE A-B		1	4.28	0.60	0.80	2.05	
	EJE A-A / EJE 7-9		1	4.35	0.60	0.80	2.09	
	EJE B-B / EJE 9-14		1	15.47	0.60	0.80	7.43	
	EJE C-C / EJE 7-10		1	8.85	0.60	0.80	4.25	
	EJE C-C / EJE 12-14		1	5.42	0.60	0.80	2.60	
	EJE D-D / EJE 12-14		1	4.97	0.60	0.80	2.39	
	EJE E-E / EJE 12-14		1	4.97	0.60	0.80	2.39	
	EJE F-F / EJE 13-14		1	3.67	0.60	0.80	1.76	
	BLOQUE E, F, G, H, I, J							
	CC-01							
	EJE 4'-4' / EJE A'-F'		1	8.65	0.60	0.80	4.15	
	EJE 4'-4' / EJE G'-K'		1	8.65	0.60	0.80	4.15	
	EJE 7'-7' / EJE A'-F'		1	8.65	0.60	0.80	4.15	
	EJE 7'-7' / EJE G'-K'		1	8.65	0.60	0.80	4.15	
	EJE 10'-10' / EJE A'-F'		1	8.65	0.60	0.80	4.15	
	EJE 10'-10' / EJE G'-K'		1	8.65	0.60	0.80	4.15	
	CC-02							
	EJE B'-J' / 3'-5'		4	5.80	0.40	0.80	7.42	
	EJE B'-J' / 7'-9'		4	5.80	0.40	0.80	7.42	
	EJE B'-J' / 9'-11'		4	5.80	0.40	0.80	7.42	
01.03.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.03.01	ZAPATAS							
01.03.01.01	CONCRETO	m3						203.22
	TANQUE CISTERNA		1	7.72	3.10	0.40	9.57	
	MONTACARGA		2	3.32	3.20	0.50	10.62	
	BLOQUE A							
	Z-3		18	1.20	1.00	0.50	10.80	
	Z-4		3	1.25	1.25	0.50	2.34	
	ZPL-3		1	1.75	1.20	0.50	1.05	
	BLOQUE B							

	Z-3		18	1.20	1.00	0.50	10.80	
	Z-4		3	1.70	1.98	0.50	5.05	
	ZPL-3		1	1.75	1.20	0.50	1.05	
	ZC-1		1	3.30	1.25	0.50	2.06	
	BLOQUE C							
	Z-1		20	1.70	1.50	0.50	25.50	
	Z-2		4	1.55	1.35	0.50	4.19	
	Z-3		1	3.61	1.64	0.50	2.96	
	Z-4		1	1.98	1.70	0.50	1.68	
	ZC-1		1	3.30	1.25	0.50	2.06	
	ZC-2		2	3.10	1.25	0.50	3.88	
	ZPL-3		1	1.75	1.20	0.50	1.05	
	BLOQUE D							
	Z-1		23	1.70	1.50	0.50	29.33	
	Z-2		4	1.55	1.35	0.50	4.19	
	ZC-1		1	3.30	1.25	0.50	2.06	
	ZPL-3		1	1.75	1.20	0.50	1.05	
	BLOQUE E, F, G, H, I, J							
	ZC-5		2	Área=	8.66	0.50	8.66	
			4	Área=	8.26	0.50	16.52	
	ZC-4		2	Área=	8.06	0.50	8.06	
			4	Área=	7.66	0.50	15.32	
	ZC-3		2	Área=	8.06	0.50	8.06	
			4	Área=	7.66	0.50	15.32	
01.03.01.02	ACERO	kg						6130.48
				Factor Desperdicio=	1.00			
	TANQUE CISTERNA			700.42			700.42	
	MONTACARGA			717.15	1.05		717.15	
	BLOQUE A			378.53			378.53	
	BLOQUE B			435.18			435.18	
	BLOQUE C			1098.41			1098.41	
	BLOQUE D			961.70			961.70	
	BLOQUE E, F, G, H, I, J			1839.10			1839.10	
01.03.02	COLUMNAS							
01.03.02.01	CONCRETO							109.72
	EN TANQUE CISTERNA							
	C-1		5	0.45	0.25	5.25	2.95	
	EN ZAPATAS							
	BLOQUE A							
	C-1		11	0.45	0.25	5.00	6.19	
			7	0.45	0.25	5.36	4.22	
	C-2		1	ÁREA=	0.16	5.00	0.81	
			2	ÁREA=	0.16	5.36	1.74	
	Cb		2	0.20	0.15	3.95	0.24	
			2	0.20	0.15	4.31	0.26	
	Ca		2	0.25	0.15	3.95	0.30	
	BLOQUE B							
	C-1		13	0.45	0.25	5.00	7.31	
			7	0.45	0.25	5.36	4.22	
	C-2		1	ÁREA=	0.16	5.00	0.81	

			2	ÁREA=	0.16	5.36	1.74	
	Cb		2	0.20	0.15	3.95	0.24	
			2	0.20	0.15	4.31	0.26	
	Ca		2	0.25	0.15	3.95	0.30	
	BLOQUE C							
	C-1		7	0.45	0.25	5.73	4.51	
			20	0.45	0.25	6.11	13.75	
	C-2		2	ÁREA=	0.16	5.73	1.86	
	Cb		2	0.20	0.15	4.68	0.28	
			4	0.20	0.15	5.06	0.61	
	Ca		2	0.25	0.15	5.06	0.38	
	BLOQUE D							
	C-1		7	0.45	0.25	5.73	4.51	
			19	0.45	0.25	6.11	13.06	
	C-2		2	ÁREA=	0.16	5.73	1.86	
			1	ÁREA=	0.16	6.11	0.99	
	Cb		3	0.20	0.15	4.68	0.42	
			4	0.20	0.15	5.06	0.61	
	Ca		2	0.25	0.15	5.06	0.38	
	BLOQUE E, F, G, H, I, J							
	C-1		10	0.45	0.25	5.36	6.03	
			12	0.45	0.25	5.73	7.74	
			10	0.45	0.25	6.11	6.87	
	C-2		2	ÁREA=	0.16	5.36	1.74	
			2	ÁREA=	0.16	6.11	1.99	
	Ca		20	0.25	0.15	4.31	3.23	
			20	0.25	0.15	4.68	3.51	
			20	0.25	0.15	5.06	3.80	
01.03.02.02	ENCOFRADO	m2						1484.18
	EN TANQUE CISTERNA							
	C-1		5	P=	1.40	5.25	36.75	
	BLOQUE A							
	C-1		11	P=	1.40	5.00	77.00	
			7	P=	1.40	5.36	52.53	
	C-2		1	P=	1.80	5.00	9.00	
			2	P=	1.80	5.36	19.30	
	Cb		2	P=	0.70	3.95	5.53	
			2	P=	0.70	4.31	6.03	
	Ca		2	P=	0.80	3.95	6.32	
	BLOQUE B							
	C-1		13	P=	1.40	5.00	91.00	
			7	P=	1.40	5.36	52.53	
	C-2		1	P=	1.80	5.00	9.00	
			2	P=	1.80	5.36	19.30	
	Cb		2	P=	0.70	3.95	5.53	
			2	P=	0.70	4.31	6.03	
	Ca		2	P=	0.80	3.95	6.32	
	BLOQUE C							
	C-1		7	P=	1.40	5.73	56.15	
			20	P=	1.40	6.11	171.08	
	C-2		2	P=	1.80	5.73	20.63	
	Cb		2	P=	0.70	4.68	6.55	

			4	P=	0.70	5.06	14.17	
	Ca		2	P=	0.80	5.06	8.10	
	BLOQUE D							
	C-1		7	P=	1.40	5.73	56.15	
			19	P=	1.40	6.11	162.53	
	C-2		2	P=	1.80	5.73	20.63	
			1	P=	1.80	6.11	11.00	
	Cb		3	P=	0.70	4.68	9.83	
			4	P=	0.70	5.06	14.17	
	Ca		2	P=	0.80	5.06	8.10	
	BLOQUE E, F, G, H, I, J							
	C-1		10	P=	1.40	5.36	75.04	
			12	P=	1.40	5.73	96.26	
			10	P=	1.40	6.11	85.54	
	C-2		2	P=	1.80	5.36	19.30	
			2	P=	1.80	6.11	22.00	
	Ca		20	P=	0.80	4.31	68.96	
			20	P=	0.80	4.68	74.88	
			20	P=	0.80	5.06	80.96	
01.03.02.02	ACERO	kg						15955.30
	TANQUE CISTERNA				382.94		382.94	
	BLOQUE A				2063.28		2063.28	
	BLOQUE B				2238.08		2238.08	
	BLOQUE C				3100.69		3100.69	
	BLOQUE D				3115.13		3115.13	
	BLOQUE E, F, G, H, I, J				5055.19		5055.19	
01.03.03	PLACAS							
01.03.03.01	CONCRETO	m3						56.95
	EN MONTACARGA							
	Primer Nivel		1	ÁREA=	1.34	7.00	9.39	
			1	ÁREA=	1.34	8.11	10.88	
	Segundo Nivel		1	ÁREA=	0.00	2.80	0.00	
			1	ÁREA=	0.00	2.80	0.00	
	EN TANQUE CISTERNA		1	ÁREA=	3.63	1.60	5.81	
			1	ÁREA=	11.02	0.20	2.20	
	BLOQUE A							
	PL-3		1	ÁREA=	0.23	5.00	1.13	
	PL-4		1	ÁREA=	0.09	3.65	0.33	
	BLOQUE B							
	PL-3		1	ÁREA=	0.23	5.00	1.13	
	BLOQUE C							
	PL-3		1	ÁREA=	0.23	6.11	1.38	
	PL-4		1	0.60	0.15	6.11	0.55	
	PL-1		1	ÁREA=	0.42	6.11	2.58	
	PL-2		1	ÁREA=	0.21	6.11	1.27	
	BLOQUE D							
	PL-3		1	ÁREA=	0.23	6.11	1.38	

	BLOQUE E, F, G, H, I, J						
	P-1	2	1.00	0.25	5.36	2.68	
		2	1.00	0.25	5.73	2.87	
		2	1.00	0.25	6.11	3.06	
	P-2	4	1.00	0.15	5.36	3.22	
		4	1.00	0.15	5.73	3.44	
		4	1.00	0.15	6.11	3.67	
01.03.03.02	ENCOFRADO	m2					694.65
	EN MONTACARGA						
	Primer Nivel	1	P=	16.73	7.00	117.11	
		1	P=	16.73	8.11	135.68	
	Segundo Nivel	1	P=	16.73	0.00	0.00	
		1	P=	16.73	0.00	0.00	
	EN TANQUE CISTERNA	1	P=	35.70	1.60	57.12	
		1	ÁREA=	11.02		11.02	
	BLOQUE A						
	PL-3	1	P=	2.91	5.00	14.55	
	PL-4	1	P=	1.50	3.65	5.48	
	BLOQUE B						
	PL-3	1	P=	2.91	5.00	14.55	
	BLOQUE C						
	PL-3	1	P=	2.91	6.11	17.78	
	PL-4	1	P=	1.50	6.11	9.17	
	PL-1	1	P=	5.54	6.11	33.83	
	PL-2	1	P=	2.68	6.11	16.35	
	BLOQUE D						
	PL-3	1	P=	2.91	6.11	17.78	
	BLOQUE E, F, G, H, I, J						
	P-1	2	P=	2.50	5.36	26.80	
		2	P=	2.50	5.73	28.65	
		2	P=	2.50	6.11	30.55	
	P-2	4	P=	2.30	5.36	49.31	
		4	P=	2.30	5.73	52.72	
		4	P=	2.30	6.11	56.21	
01.03.03.03	ACERO						8465.31
	EN MONTACARGA						
	Primer Nivel			1739.50	869.75	1739.50	
	Segundo Nivel			0.00		0.00	
	EN TANQUE CISTERNA			741.42		741.42	
	BLOQUE A			303.73		303.73	
	BLOQUE B			234.98		234.98	
	BLOQUE C			1008.24		1008.24	
	BLOQUE D			275.61		275.61	
	BLOQUE E, F, G, H, I, J			4161.84		4161.84	
01.03.04	VIGAS						
01.03.04.01	CONCRETO	m3					139.91

	PRIMER NIVEL							
	BLOQUE A							
	V-1							
	EJE A-A / EJE 1-6	1	16.40	0.25	0.40	1.64		
	EJE B-B / EJE 1-6	1	16.80	0.25	0.40	1.68		
	EJE C-C / EJE 1-6	1	16.60	0.25	0.40	1.66		
	EJE D-D / EJE 1-3	1	6.00	0.25	0.40	0.60		
	EJE D-D / EJE 3-4	1	1.53	0.25	0.40	0.15		
	EJE E-E / EJE 1-3	1	6.00	0.25	0.40	0.60		
	EJE E-E / EJE 3-4	1	1.53	0.25	0.40	0.15		
	EJE F-F / EJE 1-3	1	6.00	0.25	0.40	0.60		
	EJE F-F / EJE 3-4	1	1.53	0.25	0.40	0.15		
	EJE F"-F" / EJE 1-4	1	7.28	0.25	0.40	0.73		
	EJE 1-1 / EJE B-F"	1	13.05	0.25	0.40	1.31		
	EJE 2-2 / EJE A-C	1	6.83	0.25	0.40	0.68		
	EJE 3-3 / EJE A-G	1	17.33	0.25	0.40	1.73		
	EJE 4-4 / EJE A-D	1	8.26	0.25	0.40	0.83		
	EJE 5-5 / EJE A-D	1	8.26	0.25	0.40	0.83		
	EJE 6-6 / EJE B-D	1	3.98	0.25	0.40	0.40		
	V-2'							
	EJE A-A	1	1.42	0.25	0.50	0.18		
	EJE B-B	1	1.42	0.25	0.50	0.18		
	EJE C-C	1	1.42	0.25	0.50	0.18		
	EJE D-D	1	1.42	0.25	0.50	0.18		
	EJE E-E	1	1.42	0.25	0.50	0.18		
	EJE F-F	1	1.42	0.25	0.50	0.18		
	EJE F"-F"	1	1.42	0.25	0.50	0.18		
	V-2							
	EJE 1-1	1	6.08	0.25	0.40	0.61		
	EJE 2-2	1	1.80	0.25	0.40	0.18		
	EJE 3-3	1	1.80	0.25	0.40	0.18		
	EJE 4-4	1	1.80	0.25	0.40	0.18		
	EJE 5-5	1	1.42	0.25	0.40	0.14		
	EJE 6-6	1	6.08	0.25	0.40	0.61		
	V-3							
	EJE 1-1	1	1.88	0.25	0.50	0.23		
	EJE 2-2	1	2.08	0.25	0.50	0.26		
	EJE 3-3	1	2.08	0.25	0.50	0.26		
	V-Ch							
	EJE 2-3 / EJE C-D	1	2.95	0.25	0.20	0.15		
	EJE 2-3 / EJE D-E	1	2.90	0.25	0.20	0.15		
	EJE 2-3 / EJE E-F	1	2.85	0.25	0.20	0.14		
	V-A							
	EJE 1-1	1	21.80	0.20	0.20	0.87		
	EJE 3-4	1	11.15	0.20	0.20	0.45		
	EJE 6-6	1	10.65	0.20	0.20	0.43		
	EJE A-A	1	17.82	0.20	0.20	0.71		
	EJE C-D	1	9.12	0.20	0.20	0.36		
	EJE F"-F"	1	8.70	0.20	0.20	0.35		
	V-A'							
	EJE A-B / EJE 1-2	1	3.00	0.10	0.20	0.06		

	BLOQUE B						
	V-1						
	EJE G"-G" / EJE 1-4	1	7.08	0.25	0.40	0.71	
	EJE G-G / EJE 1-4	1	7.53	0.25	0.40	0.75	
	EJE H-H / EJE 1-4	1	7.53	0.25	0.40	0.75	
	EJE I-I / EJE 1-4	1	7.53	0.25	0.40	0.75	
	EJE J-J / EJE 1-6	1	16.60	0.25	0.40	1.66	
	EJE K-K / EJE 1-6	1	16.80	0.25	0.40	1.68	
	EJE L-L / EJE 1-6	1	16.40	0.25	0.40	1.64	
	EJE 1-1 / EJE G"-J	1	13.05	0.25	0.40	1.31	
	EJE 2-2 / EJE J-L	1	6.83	0.25	0.40	0.68	
	EJE 2-3 / EJE G"-G	1	2.00	0.25	0.40	0.20	
	EJE 3-3 / EJE G"-J	1	17.53	0.25	0.40	1.75	
	EJE 4-4 / EJE J-L	1	8.26	0.25	0.40	0.83	
	EJE 5-5 / EJE J-L	1	8.26	0.25	0.40	0.83	
	EJE 6-6 / EJE J-L	1	3.98	0.25	0.40	0.40	
	V-2'						
	EJE G"-G"	1	1.42	0.25	0.50	0.18	
	EJE G-G	1	1.42	0.25	0.50	0.18	
	EJE H-H	1	1.42	0.25	0.50	0.18	
	EJE I-I	1	1.42	0.25	0.50	0.18	
	EJE J-J	1	1.42	0.25	0.50	0.18	
	EJE K-K	1	1.42	0.25	0.50	0.18	
	EJE L-L	1	1.42	0.25	0.50	0.18	
	EJE 1-1	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 2-2	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 3-3	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 4-4	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 5-5	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 6-6	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	V-2						
	EJE 1-1	1	4.28	0.25	0.40	0.43	
	V-3						
	EJE 1-1	1	2.08	0.25	0.50	0.26	
	EJE 2-2	1	2.08	0.25	0.50	0.26	
	EJE 3-3	1	2.08	0.25	0.50	0.26	
	V-Ch						
	EJE 2-3 / EJE C-D	1	2.85	0.25	0.20	0.14	
	EJE 2-3 / EJE D-E	1	2.90	0.25	0.20	0.15	
	EJE 2-3 / EJE E-F	1	2.95	0.25	0.20	0.15	
	V-A						
	EJE 1-1	1	21.61	0.20	0.20	0.86	
	EJE 3-4	1	11.35	0.20	0.20	0.45	
	EJE 6-6	1	10.25	0.20	0.20	0.41	
	EJE G"-G"	1	9.10	0.20	0.20	0.36	
	EJE I-J	1	9.12	0.20	0.20	0.36	
	EJE F"-F"	1	18.22	0.20	0.20	0.73	
	V-A'						
	EJE K-L / EJE 4-5	1	1.90	0.10	0.20	0.04	
	BLOQUE C						

	V-1						
	EJE G'-G' / EJE 12-14	1	7.30	0.25	0.40	0.73	
	EJE G-G / EJE 12-14	1	7.55	0.25	0.40	0.75	
	EJE H-H / EJE 12-14	1	7.30	0.25	0.40	0.73	
	EJE I-I / EJE 12-14	1	7.30	0.25	0.40	0.73	
	EJE J-J / EJE 7-14	1	22.90	0.25	0.40	2.29	
	EJE K-K / EJE 7-14	1	23.10	0.25	0.40	2.31	
	EJE L-L / EJE 7-14	1	19.85	0.25	0.40	1.98	
	EJE 7-7 / EJE I-L	1	3.98	0.25	0.40	0.40	
	EJE 8-8 / EJE I-L	1	8.26	0.25	0.40	0.83	
	EJE 9-9 / EJE I-L	1	8.26	0.25	0.40	0.83	
	EJE 10-10 / EJE I-L	1	8.26	0.25	0.40	0.83	
	EJE 11-11 / EJE I-L	1	8.26	0.25	0.40	0.83	
	EJE 12-12 / EJE G"-L	1	17.33	0.25	0.40	1.73	
	EJE 13-13 / EJE J-L	1	6.83	0.25	0.40	0.68	
	EJE 14-14 / EJE G"-L	1	19.12	0.25	0.40	1.91	
	V-2'						
	EJE 7-7	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 8-8	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 9-9	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 10-10	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 11-11	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 12-12	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE 13-13	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE K-K	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE J-J	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE I-I	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE H-H	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE G-G	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	EJE G'-G"	1	1.80	0.25	0.50	0.23	
	V-2						
	EJE 7-7	1	4.28	0.25	0.40	0.43	
	V-3						
	EJE 12-12	1	2.08	0.25	0.50	0.26	
	EJE 13-13	1	2.08	0.25	0.50	0.26	
	EJE 14-14	1	2.08	0.25	0.50	0.26	
	V-Ch						
	EJE 2-3 / EJE C-D	1	2.85	0.25	0.20	0.14	
	EJE 2-3 / EJE D-E	1	2.90	0.25	0.20	0.15	
	EJE 2-3 / EJE E-F	1	2.95	0.25	0.20	0.15	
	V-A						
	EJE 7-7	1	10.45	0.20	0.20	0.42	
	EJE 11-12	1	11.15	0.20	0.20	0.45	
	EJE 6-6	1	23.65	0.20	0.20	0.95	
	EJE G'-G'	1	9.50	0.20	0.20	0.38	
	EJE I-J	1	15.40	0.20	0.20	0.62	
	EJE L-L	1	20.31	0.20	0.20	0.81	
	V-A'						
	EJE K-L / EJE 7-8	1	1.90	0.10	0.20	0.04	
	EJE K-L / EJE 8-9	1	1.90	0.10	0.20	0.04	
	EJE J-K / EJE 10-11	1	1.90	0.10	0.20	0.04	
	EJE J-L / EJE 12-13	2	1.90	0.10	0.20	0.08	

	V-A'						
	EJE B-C / EJE 9-10	1	1.60	0.10	0.20	0.03	
	EJE B-C / EJE 12-13	1	1.90	0.10	0.20	0.04	
	EJE C-D / EJE 13-14	1	1.90	0.10	0.20	0.04	
	BLOQUE E,F,G,H,I,J						
	V-1'						
	EJE 3'-3' / EJE A'-K'	1	21.95	0.25	0.40	2.20	
	EJE 5'-5' / EJE A'-K'	1	22.35	0.25	0.40	2.24	
	EJE 6'-6' / EJE A'-K'	1	22.35	0.25	0.40	2.24	
	EJE 8'-8' / EJE A'-K'	1	22.35	0.25	0.40	2.24	
	EJE 9'-9' / EJE A'-K'	1	22.35	0.25	0.40	2.24	
	EJE 10'-10' / EJE A'-K'	1	21.95	0.25	0.40	2.20	
	V-1						
	EJE A'-A' / EJE 3'-11'	1	18.70	0.25	0.50	2.34	
	EJE C'-C' / EJE 3'-11'	1	21.70	0.25	0.50	2.71	
	EJE F'-F' / EJE 3'-11'	1	21.70	0.25	0.50	2.71	
	EJE G'-G' / EJE 3'-11'	1	21.70	0.25	0.50	2.71	
	EJE I'-I' / EJE 3'-11'	1	21.70	0.25	0.50	2.71	
	EJE K'-K' / EJE 3'-11'	1	18.70	0.25	0.50	2.34	
	V-2						
	EJE A'-A' / EJE 3'-11'	1	2.07	0.25	0.40	0.21	
	EJE C'-C' / EJE 3'-11'	1	2.07	0.25	0.40	0.21	
	EJE F'-F' / EJE 3'-11'	1	2.07	0.25	0.40	0.21	
	EJE G'-G' / EJE 3'-11'	1	2.07	0.25	0.40	0.21	
	EJE I'-I' / EJE 3'-11'	1	2.07	0.25	0.40	0.21	
	EJE K'-K' / EJE 3'-11'	1	2.07	0.25	0.40	0.21	
	V-Ch						
	EJE B'-B' / EJE 3'-11'	1	19.35	0.25	0.20	0.97	
	EJE D'-D' / EJE 3'-11'	1	19.35	0.25	0.20	0.97	
	EJE H'-H' / EJE 3'-11'	1	19.35	0.25	0.20	0.97	
	EJE J'-J' / EJE 3'-11'	1	19.35	0.25	0.20	0.97	
	EJE 4'-4' / EJE A'-K'	1	20.95	0.25	0.20	1.05	
	EJE 7'-7' / EJE A'-K'	1	20.95	0.25	0.20	1.05	
	EJE 10'-10' / EJE A'-K'	1	20.95	0.25	0.20	1.05	
	V-A						
	EJE 3'-3'	1	22.95	0.20	0.20	0.92	
	EJE 11'-11'	1	22.95	0.20	0.20	0.92	
	EJE A'-A'	1	23.82	0.20	0.20	0.95	
	EJE K'-K'	1	23.82	0.20	0.20	0.95	
	EJE F'-G' / 3'-5'	2	5.25	0.20	0.20	0.42	
	EJE F'-G' / 6'-8'	2	5.25	0.20	0.20	0.42	
	EJE F'-G' / 9'-11'	2	5.25	0.20	0.20	0.42	
	EJE 5'-6' / A'-F'	2	8.45	0.20	0.20	0.68	
	EJE 5'-6' / G'-K'	2	8.45	0.20	0.20	0.68	
	SEGUNDO NIVEL						
	BLOQUE C,D,	2	Área=	2.25	0.40	1.80	
01.03.04.02	ENCOFRADO	m2					1589.92
	BLOQUE A						
	V-1						

	EJE A-A / EJE 1-6		1	P=	1.05	16.40	17.21	
	EJE B-B / EJE 1-6		1	P=	1.05	16.80	17.63	
	EJE C-C / EJE 1-6		1	P=	1.05	16.60	17.42	
	EJE D-D / EJE 1-3		1	P=	1.05	6.00	6.30	
	EJE D-D / EJE 3-4		1	P=	1.05	1.53	1.60	
	EJE E-E / EJE 1-3		1	P=	1.05	6.00	6.30	
	EJE E-E / EJE 3-4		1	P=	1.05	1.53	1.60	
	EJE F-F / EJE 1-3		1	P=	1.05	6.00	6.30	
	EJE F-F / EJE 3-4		1	P=	1.05	1.53	1.60	
	EJE F"-F" / EJE 1-4		1	P=	1.05	7.28	7.64	
	EJE 1-1 / EJE B-F"		1	P=	1.05	13.05	13.70	
	EJE 2-2 / EJE A-C		1	P=	1.05	6.83	7.17	
	EJE 3-3 / EJE A-G		1	P=	1.05	17.33	18.20	
	EJE 4-4 / EJE A-D		1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 5-5 / EJE A-D		1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 6-6 / EJE B-D		1	P=	1.05	3.98	4.17	
	EJE A-F"		7	Área=	0.10		0.70	
	V-2'							
	EJE A-A		1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE B-B		1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE C-C		1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE D-D		1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE E-E		1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE F-F		1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE F"-F"		1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE A-F"		7	Área=	0.13		0.88	
	V-2							
	EJE 1-1		1	P=	1.05	6.08	6.38	
	EJE 2-2		1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 3-3		1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 4-4		1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 5-5		1	P=	1.05	1.42	1.49	
	EJE 6-6		1	P=	1.05	6.08	6.38	
	EJE A-F"		6	Área=	0.10		0.60	
	V-3							
	EJE 1-1		1	P=	1.25	1.88	2.34	
	EJE 2-2		1	P=	1.25	2.08	2.59	
	EJE 3-3		1	P=	1.25	2.08	2.59	
	EJE 1-3		3	Área=	0.13		0.38	
	V-Ch							
	EJE 2-3 / EJE C-D		1	P=	0.65	2.95	1.92	
	EJE 2-3 / EJE D-E		1	P=	0.65	2.90	1.89	
	EJE 2-3 / EJE E-F		1	P=	0.65	2.85	1.85	
	V-A							
	EJE 1-1		1	P=	0.60	21.80	13.08	
	EJE 3-4		1	P=	0.60	11.15	6.69	
	EJE 6-6		1	P=	0.60	10.65	6.39	
	EJE A-A		1	P=	0.60	17.82	10.69	
	EJE C-D		1	P=	0.60	9.12	5.47	
	EJE F"-F"		1	P=	0.60	8.70	5.22	
	V-A'							

	EJE A-B / EJE 1-2	1	P=	0.50	3.00	1.50	
	BLOQUE B						
	V-1						
	EJE G"-G" / EJE 1-4	1	P=	1.05	7.08	7.43	
	EJE G-G / EJE 1-4	1	P=	1.05	7.53	7.90	
	EJE H-H / EJE 1-4	1	P=	1.05	7.53	7.90	
	EJE I-I / EJE 1-4	1	P=	1.05	7.53	7.90	
	EJE J-J / EJE 1-6	1	P=	1.05	16.60	17.42	
	EJE K-K / EJE 1-6	1	P=	1.05	16.80	17.63	
	EJE L-L / EJE 1-6	1	P=	1.05	16.40	17.21	
	EJE 1-1 / EJE G"-J	1	P=	1.05	13.05	13.70	
	EJE 2-2 / EJE J-L	1	P=	1.05	6.83	7.17	
	EJE 2-3 / EJE G"-G	1	P=	1.05	2.00	2.10	
	EJE 3-3 / EJE G"-J	1	P=	1.05	17.53	18.41	
	EJE 4-4 / EJE J-L	1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 5-5 / EJE J-L	1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 6-6 / EJE J-L	1	P=	1.05	3.98	4.17	
	EJE G"-L / EJE 1-6	9	Área=	0.10		0.90	
	V-2'						
	EJE G"-G"	1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE G-G	1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE H-H	1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE I-I	1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE J-J	1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE K-K	1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE L-L	1	P=	1.25	1.42	1.78	
	EJE 1-1	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 2-2	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 3-3	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 4-4	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 5-5	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 6-6	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE G"-L / EJE1-6	13	Área=	0.13		1.63	
	V-2						
	EJE 1-1	1	P=	1.05	4.28	4.49	
	V-3						
	EJE 1-1	1	P=	1.25	2.08	2.59	
	EJE 2-2	1	P=	1.25	2.08	2.59	
	EJE 3-3	1	P=	1.25	2.08	2.59	
	EJE 1-3	3	Área=	0.13		0.38	
	V-Ch						
	EJE 2-3 / EJE C-D	1	P=	0.65	2.85	1.85	
	EJE 2-3 / EJE D-E	1	P=	0.65	2.90	1.89	
	EJE 2-3 / EJE E-F	1	P=	0.65	2.95	1.92	
	V-A						
	EJE 1-1	1	P=	0.60	21.61	12.96	
	EJE 3-4	1	P=	0.60	11.35	6.81	
	EJE 6-6	1	P=	0.60	10.25	6.15	
	EJE G"-G"	1	P=	0.60	9.10	5.46	
	EJE I-J	1	P=	0.60	9.12	5.47	

	EJE F"-F"	1	P=	0.60	18.22	10.93	
	V-A'						
	EJE K-L / EJE 4-5	1	P=	0.50	1.90	0.95	
	BLOQUE C						
	V-1						
	EJE G'-G' / EJE 12-14	1	P=	1.05	7.30	7.66	
	EJE G-G / EJE 12-14	1	P=	1.05	7.55	7.92	
	EJE H-H / EJE 12-14	1	P=	1.05	7.30	7.66	
	EJE I-I / EJE 12-14	1	P=	1.05	7.30	7.66	
	EJE J-J / EJE 7-14	1	P=	1.05	22.90	24.04	
	EJE K-K / EJE 7-14	1	P=	1.05	23.10	24.25	
	EJE L-L / EJE 7-14	1	P=	1.05	19.85	20.84	
	EJE 7-7 / EJE I-L	1	P=	1.05	3.98	4.17	
	EJE 8-8 / EJE I-L	1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 9-9 / EJE I-L	1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 10-10 / EJE I-L	1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 11-11 / EJE I-L	1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 12-12 / EJE G"-L	1	P=	1.05	17.33	18.20	
	EJE 13-13 / EJE J-L	1	P=	1.05	6.83	7.17	
	EJE 14-14 / EJE G"-L	1	P=	1.05	19.12	20.07	
	EJE G'-L / EJE 7-14	12	Área=	0.10		1.20	
	V-2'						
	EJE 7-7	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 8-8	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 9-9	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 10-10	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 11-11	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 12-12	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 13-13	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE K-K	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE J-J	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE I-I	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE H-H	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE G-G	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE G'-G"	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE 7-13 / EJE K-G"	13	Área=	0.13		1.63	
	V-2						
	EJE 7-7	1	P=	1.05	4.28	4.49	
	V-3						
	EJE 12-12	1	P=	1.25	2.08	2.59	
	EJE 13-13	1	P=	1.25	2.08	2.59	
	EJE 14-14	1	P=	1.25	2.08	2.59	
	EJE 12-14	3	Área=	0.13		0.38	
	V-Ch						
	EJE 2-3 / EJE C-D	1	P=	0.65	2.85	1.85	
	EJE 2-3 / EJE D-E	1	P=	0.65	2.90	1.89	
	EJE 2-3 / EJE E-F	1	P=	0.65	2.95	1.92	
	V-A						
	EJE 7-7	1	P=	0.60	10.45	6.27	

	EJE 11-12	1	P=	0.60	11.15	6.69	
	EJE 6-6	1	P=	0.60	23.65	14.19	
	EJE G'-G'	1	P=	0.60	9.50	5.70	
	EJE I-J	1	P=	0.60	15.40	9.24	
	EJE L-L	1	P=	0.60	20.31	12.19	
	V-A'						
	EJE K-L / EJE 7-8	1	P=	0.50	1.90	0.95	
	EJE K-L / EJE 8-9	1	P=	0.50	1.90	0.95	
	EJE J-K / EJE 10-11	1	P=	0.50	1.90	0.95	
	EJE J-L / EJE 12-13	2	P=	0.50	1.90	1.90	
	EJE G-H / EJE 13-14	2	P=	0.50	1.90	1.90	
	BLOQUE D						
	V-1						
	EJE A-A / EJE 7-14	1	P=	1.05	22.70	23.83	
	EJE B-B / EJE 7-14	1	P=	1.05	23.10	24.25	
	EJE C-C / EJE 7-14	1	P=	1.05	22.70	23.83	
	EJE D-D / EJE 11-14	1	P=	1.05	7.55	7.92	
	EJE E-E / EJE 11-14	1	P=	1.05	7.55	7.92	
	EJE F-F / EJE 11-14	1	P=	1.05	7.55	7.92	
	EJE F"-F" / EJE 11-14	1	P=	1.05	7.10	7.45	
	EJE 7-7 / EJE A-C	1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 8-8 / EJE A-C	1	P=	1.05	8.46	8.88	
	EJE 9-9 / EJE A-C	1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 10-10 / EJE A-C	1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 11-11 / EJE A-C	1	P=	1.05	8.26	8.67	
	EJE 12-12 / EJE A-F"	1	P=	1.05	17.53	18.41	
	EJE 12-13 / EJE F-F"	1	P=	1.05	2.00	2.10	
	EJE 13-13 / EJE A-C	1	P=	1.05	6.83	7.17	
	EJE 14-14 / EJE B-F"	1	P=	1.05	13.05	13.70	
	EJE A-F" / EJE 7-14	12	Área=	0.10		1.20	
	V-2'						
	EJE A-A	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE B-B	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE C-C	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE D-D	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE E-E	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE F-F	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE F'-F'	1	P=	1.25	1.80	2.25	
	EJE A-F'	7	Área=	0.13		0.88	
	V-2						
	EJE 7-7	1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 8-8	1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 9-9	1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 10-10	1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 11-11	1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 12-12	1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 13-13	1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 14-14	1	P=	1.05	1.80	1.89	
	EJE 7-14	8	Área=	0.10		0.80	
	V-3						
	EJE 12-12	1	P=	1.25	2.08	2.59	

	EJE 13-13	1	P=	1.25	2.08	2.59
	EJE 14-14	1	P=	1.25	2.08	2.59
	EJE 12-14	3	Área=	0.13		0.38
	V-Ch					
	EJE 2-3 / EJE C-D	1	P=	0.65	2.95	1.92
	EJE 2-3 / EJE D-E	1	P=	0.65	2.90	1.89
	EJE 2-3 / EJE E-F	1	P=	0.65	2.85	1.85
	V-A					
	EJE 7-7	1	P=	0.60	10.66	6.39
	EJE 11-12	1	P=	0.60	11.35	6.81
	EJE 14-14	1	P=	0.60	22.01	13.20
	EJE A-A	1	P=	0.60	24.50	14.70
	EJE C-D	1	P=	0.60	15.40	9.24
	EJE F"-F"	1	P=	0.60	9.10	5.46
	V-A'					
	EJE B-C / EJE 9-10	1	P=	0.50	1.60	0.80
	EJE B-C / EJE 12-13	1	P=	0.50	1.90	0.95
	EJE C-D / EJE 13-14	1	P=	0.50	1.90	0.95
					294.11	
	BLOQUE E,F,G,H,I,J					
	V-1'					
	EJE 3'-3' / EJE A'-K'	1	P=	1.05	21.95	23.05
	EJE 5'-5' / EJE A'-K'	1	P=	1.05	22.35	23.47
	EJE 6'-6' / EJE A'-K'	1	P=	1.05	22.35	23.47
	EJE 8'-8' / EJE A'-K'	1	P=	1.05	22.35	23.47
	EJE 9'-9' / EJE A'-K'	1	P=	1.05	22.35	23.47
	EJE 10'-10' / EJE A'-K'	1	P=	1.05	21.95	23.05
	EJE 3'-10' / EJE A'-K'	12	Área=	0.10		1.20
	V-1					
	EJE A'-A' / EJE 3'-11'	1	P=	1.25	18.70	23.38
	EJE C'-C' / EJE 3'-11'	1	P=	1.25	21.70	27.13
	EJE F'-F' / EJE 3'-11'	1	P=	1.25	21.70	27.13
	EJE G'-G' / EJE 3'-11'	1	P=	1.25	21.70	27.13
	EJE I'-I' / EJE 3'-11'	1	P=	1.25	21.70	27.13
	EJE K'-K' / EJE 3'-11'	1	P=	1.25	18.70	23.38
	V-2					
	EJE A'-A' / EJE 3'-11'	1	P=	1.05	2.07	2.17
	EJE C'-C' / EJE 3'-11'	1	P=	1.05	2.07	2.17
	EJE F'-F' / EJE 3'-11'	1	P=	1.05	2.07	2.17
	EJE G'-G' / EJE 3'-11'	1	P=	1.05	2.07	2.17
	EJE I'-I' / EJE 3'-11'	1	P=	1.05	2.07	2.17
	EJE K'-K' / EJE 3'-11'	1	P=	1.05	2.07	2.17
	EJE A'-K' / EJE 3'-11'	12	Área=	0.10		1.20
	V-Ch					
	EJE B'-B' / EJE 3'-11'	1	P=	0.65	19.35	12.58
	EJE D'-D' / EJE 3'-11'	1	P=	0.65	19.35	12.58
	EJE H'-H' / EJE 3'-11'	1	P=	0.65	19.35	12.58
	EJE J'-J' / EJE 3'-11'	1	P=	0.65	19.35	12.58
	EJE 4'-4' / EJE A'-K'	1	P=	0.65	20.95	13.62

	EJE 7'-7' / EJE A'-K'		1	P=	0.65	20.95	13.62	
	EJE 10'-10' / EJE A'-K'		1	P=	0.65	20.95	13.62	
	V-A							
	EJE 3'-3'		1	P=	0.60	22.95	13.77	
	EJE 11'-11'		1	P=	0.60	22.95	13.77	
	EJE A'-A'		1	P=	0.60	23.82	14.29	
	EJE K'-K'		1	P=	0.60	23.82	14.29	
	EJE F'-G' / 3'-5'		2	P=	0.60	5.25	6.30	
	EJE F'-G' / 6'-8'		2	P=	0.60	5.25	6.30	
	EJE F'-G' / 9'-11'		2	P=	0.60	5.25	6.30	
	EJE 5'-6' / A'-F'		2	P=	0.60	8.45	10.14	
	EJE 5'-6' / G'-K'		2		0.60	8.45	10.14	
	SEGUNDO NIVEL							
	BLOQUE C,D,		2	P=	1.05	9.50	19.95	
01.03.04.02	ACERO							24217.89
	BLOQUE A				3805.55			3805.55
	BLOQUE B				3827.26			3827.26
	BLOQUE C				4649.30			4649.30
	BLOQUE D				4786.25			4786.25
	BLOQUE E, F, G, H, I, J				7149.52			7149.52
01.03.05	LOSA ALIGERADA							
01.03.05.01	CONCRETO	m3						142.92
	LOSA h=20 CM			Concreto en techo M3/M2	0.0875			
				Factor Desperdicio=	1.05			
	PRIMER NIVEL							
	BLOQUE A			ÁREA TOTAL=	240.46			22.09
	BLOQUE B			ÁREA TOTAL=	250.45			23.01
	BLOQUE C			ÁREA TOTAL=	287.16			26.38
	BLOQUE D			ÁREA TOTAL=	318.76			29.29
	BLOQUE E,F,G,H,I,J			ÁREA TOTAL=	454.72			41.78
	SEGUNDO NIVEL							
	BLOQUE B,D			ÁREA TOTAL=	4.00			0.37
01.03.05.02	ENCOFRADO	m2						1553.66
	BLOQUE A			ÁREA TOTAL=	240.46			240.46
	BLOQUE B			ÁREA TOTAL=	250.45			250.45
	BLOQUE C			ÁREA TOTAL=	287.16			287.16
	BLOQUE D			ÁREA TOTAL=	318.76			318.76
	BLOQUE E,F,G,H,I,J			ÁREA TOTAL=	452.83			452.83
					75.47			
	SEGUNDO NIVEL							
	BLOQUE B,D			ÁREA TOTAL=	4.00			4.00
01.03.05.03	ACERO	kg						

	PRIMER NIVEL							
	BLOQUE A			1340.22				1340.22
	BLOQUE B			1372.07				1372.07
	BLOQUE C			1605.20				1605.20
	BLOQUE D			1772.41				1772.41
	BLOQUE E, F, G, H, I, J			2114.38				2114.38
	SEGUNDO NIVEL							
	BLOQUE B,D			39.38				39.38
01.03.06	LOSA MACIZA							
01.03.06.01	CONCRETO	m3						72.70
	BLOQUE A							
	EJE C-D / EJE 3-4			ÁREA=	6.08	0.20		1.22
	EJE F-F" / 1-4			ÁREA=	20.89	0.20		4.18
	BLOQUE B							
	EJE G-G" / EJE 1-4			ÁREA=	21.39	0.20		4.28
	EJE I-J / 3-4			ÁREA=	6.08	0.20		1.22
	BLOQUE C							
	EJE I-J / 11-12			ÁREA=	6.08	0.20		1.22
	EJE K-L / 13-14			ÁREA=	10.41	0.20		2.08
	EJE G-G" / EJE 12-14			ÁREA=	22.32	2.20		49.10
	BLOQUE D							
	EJE F-F" / 11-14			ÁREA=	22.92	0.20		4.58
	EJE C-D / EJE 11-12			ÁREA=	6.08	0.20		1.22
	BLOQUE E,F,G,H,I,J			ÁREA=	18.06	0.20		3.61
01.03.06.02	ENCOFRADO	m2						140.30
	BLOQUE A							
	EJE C-D / EJE 3-4			ÁREA=	6.08			6.08
	EJE F-F" / 1-4			ÁREA=	20.89			20.89
	BLOQUE B					26.97		
	EJE G-G" / EJE 1-4			ÁREA=	21.39			21.39
	EJE I-J / 3-4			ÁREA=	6.08			6.08
	BLOQUE C					27.47		
	EJE I-J / 11-12			ÁREA=	6.08			6.08
	EJE K-L / 13-14			ÁREA=	10.41			10.41
	EJE G-G" / EJE 12-14			ÁREA=	22.32			22.32
	BLOQUE D					38.81		
	EJE F-F" / 11-14			ÁREA=	22.92			22.92
	EJE C-D / EJE 11-12			ÁREA=	6.08			6.08
	BLOQUE E,F,G,H,I,J			ÁREA=	18.06			18.06
01.03.06.03	ACERO	kg						1904.51
	BLOQUE A			319.49				319.49
	BLOQUE B			326.17				326.17
	BLOQUE C			616.73				616.73
	BLOQUE D			336.21				336.21
	BLOQUE E, F, G, H, I, J			305.92				305.92

Diagrama de flujo de sectorización:

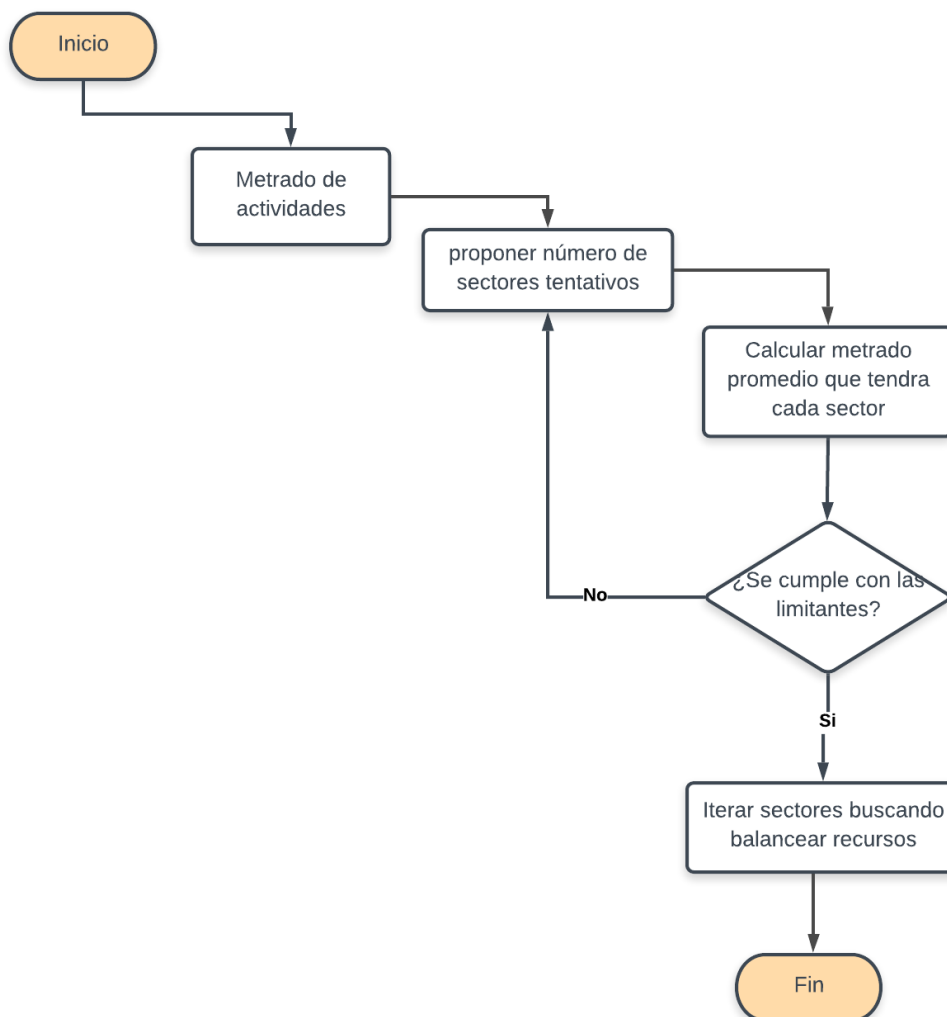


Figura 74. Diagrama de flujo de sectorización
(Fuente: Elaboración propia)

PASOS PARA SECTORIZAR

Inicio

Paso 1: Metrados de actividades

Paso 2: Proponer número de sectores tentativos

Paso 3: Calcular metrado promedio que tendrá cada sector

Paso 4: ¿Se cumple con las limitantes?

4.1 Si es Falso ir al Paso 2

4.2 Si es Verdadero ir al Paso 5

Paso 5: Iterar sectores buscando balancear recursos

Fin

CÁLCULO DE METRADOS DE CONSTRUCCIÓN DEL “CENTRO COMERCIAL LA UNIÓN”

- El proyecto cuenta con sectores de áreas similares, por lo que se procederá a aplicar el método Last Planner System en el bloque “C” enfocado a las partidas de Estructuras, específicamente, en Concreto en Cimientos, Acero, Encofrado Vertical y Concreto Vertical) con fines demostrativos, por el motivo que los pasos de sectorización son repetitivos.

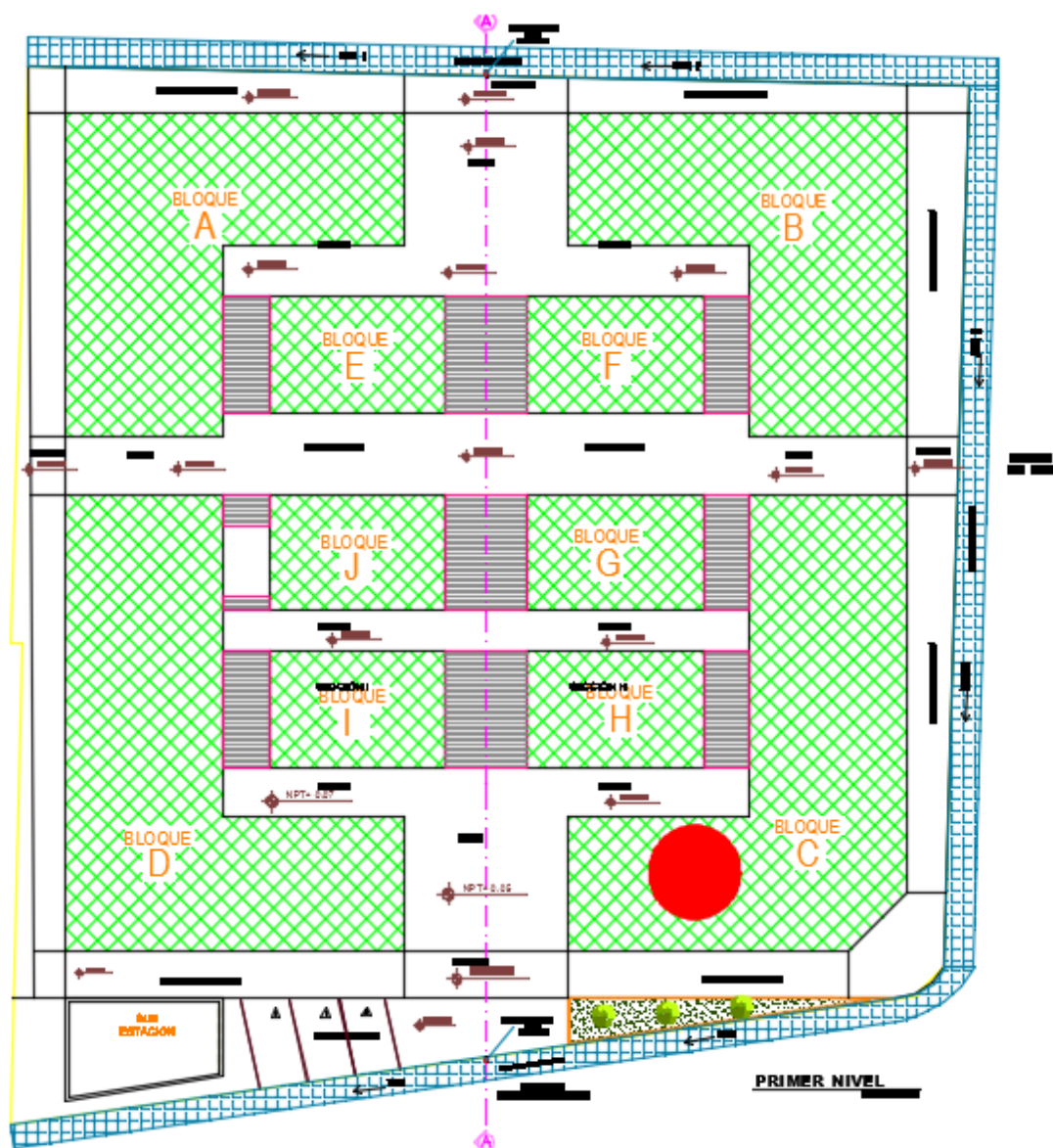


Figura 75. Distribución de sectores del proyecto.

(Fuente: Expediente Técnico)

PLANILLA DE METRADO								
PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL LA UNIÓN								
PARTIDA	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTURA		
01.02.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
01.02.02	CIMIENTO CORRIDO F'C = 100 KG/CM2 C:H 1:10+30%P.G MAX 6"	m3						43.87
	BLOQUE C							
	E-1		2	1.00	0.95	0.80	1.52	
	CC-01							
	EJE 8-8 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 9-9 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 10-10 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 11-11 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 12-12 / EJE J-L		1	6.83	0.60	0.80	3.28	
	EJE 12-13 / EJE G-J		1	7.40	0.60	0.80	3.55	
	EJE 13-13 / EJE K-L		1	4.28	0.60	0.80	2.05	
	EJE G-G / EJE 12-14		1	5.42	0.60	0.80	2.60	
	EJE H-H / EJE 12-14		1	4.97	0.60	0.80	2.39	
	EJE I-I / EJE 12-14		1	4.97	0.60	0.80	2.39	
	EJE J-J / EJE 12-14		1	5.42	0.60	0.80	2.60	
	EJE K-K / EJE 7-14		1	21.62	0.60	0.80	10.38	
01.03.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.03.01	ZAPATAS							
01.03.01.01	CONCRETO	m3						41.32
	BLOQUE C							
	Z-1		20	1.70	1.50	0.50	25.50	
	Z-2		4	1.55	1.35	0.50	4.19	
	Z-3		1	3.61	1.64	0.50	2.96	
	Z-4		1	1.98	1.70	0.50	1.68	
	ZC-1		1	3.30	1.25	0.50	2.06	
	ZC-2		2	3.10	1.25	0.50	3.88	
	ZPL-3		1	1.75	1.20	0.50	1.05	
01.03.01.02	ACERO	kg						1098.41
	BLOQUE C			1098.41			1098.41	
01.03.02	COLUMNAS							
01.03.02.01	CONCRETO							21.39
	BLOQUE C							
	C-1		7	0.45	0.25	5.73	4.51	
			20	0.45	0.25	6.11	13.75	
	C-2		2	ÁREA=	0.16	5.73	1.86	
	Cb		2	0.20	0.15	4.68	0.28	
			4	0.20	0.15	5.06	0.61	
	Ca		2	0.25	0.15	5.06	0.38	
01.03.02.02	ENCOFRADO	m2						276.68

Habiendo metrado por sectores, podemos deducir el número de días para este bloque "C" mediante una regla de tres simple, ya que contamos con la cantidad general de días según el Plan Maestro.

Tabla 69. N° de días según cronograma maestro vs. N° de días para cronograma del bloque "C"

ITEM	DESCRIPCION PARTIDA	UND	METR.	N° DIAS de Bloque	MES 01														
					SEMANA 01							SEMANA 02							
					C	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
01	ESTRUCTURAS																		
01.05.02	CIMENTOS CORRIDOS																		
01.05.02.01	CONCRETO f'c= 100 kg/cm2 + 30% P.B. P/CIMENTOS CORRIDOS	m3	177.60	8.00	2.00														
01.06	CONCRETO ARMADO																		
01.06.01	ZAPATAS																		
01.06.01.01	ZAPATA: CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	174.53	8.00	2.00														
01.06.01.02	ZAPATA: ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	6,229.87	14.00	2.00														
01.06.02	COLUMNAS																		
01.06.02.01	COLUMNA: CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	102.55	10.00	2.00														
01.06.02.02	COLUMNA: ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL	m2	1,366.32	25.00	5.00														
01.06.02.03	COLUMNA: ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	17,482.03	20.00	4.00														
01.06.03	PLACAS																		
01.06.03.01	PLACA: CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	11.79	2.00	1.00														
01.06.03.02	PLACA: ENCOFRADO Y DESENCOFADO	m2	163.73	10.00	5.00														
01.06.03.03	PLACA: ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,441.67	10.00	4.00														

(Fuente: Elaboración Propia)

PROPUESTA NÚMERO DE SECTORES TENTATIVOS

Se observa el balanceo de metrados en la cual un grupo o sector deberá tener el mismo o parecido metrados para tener un adecuado tren de actividades y mantener la secuencia y no tener vacíos en donde se entiende que el personal tendría que descansar y eso no sucede en obra

CÁLCULO METRADO PROMEDIO QUE TENDRÁ CADA SECTOR

Se tomó en cuenta las partidas más incidentes como: acero, encofrado, concreto de zapatas, columnas y placas; ya que son las que generalmente generan una ruta crítica, a raíz de esto se propone trabajar los trenes de actividades, según proceso constructivo.

¿SE CUMPLE CON LAS LIMITANTES?

Se procede a analizar los criterios de sectorización de la presente tesis.

ITERACIÓN DE SECTORES BUSCANDO BALANCEAR RECURSOS

1° TREN DE ACTIVIDADES

Contiene las siguientes partidas:

- DETALLE DE SECTORIZACIÓN.
- ACERO (en zapatas, columnas y placas).
- CONCRETO EN CIMIENTOS (en cimientos corridos y en zapatas).
- ENCOFRADO VERTICAL (en columnas y placas).

ACERO (ZAPATAS, COLUMNAS Y PLACAS)																
								10 Z-1	158.61		18 Z-1	130	26 Z-1	158.61		
								Zapatas 33.56			Zapatas 33.56		Zapatas 33.56			
								Column: 125.05			Column: 96.44		Column: 125.05			
								Placas			Placas		Placas			
								11 Z-1	130		19 Z-1	130	27 Cb	18.06	27 Z-1	130
								Zapatas 33.56			Zapatas 33.56		Zapatas 0		Zapatas 33.56	
								Column: 96.44			Column: 96.44		Column: 18.06		Column: 96.44	
								Placas			Placas		Placas		Placas	
								12 Z-1	130		20 Z-1	130	28 Cb	18.06	28 Z-1	130
								Zapatas 33.56			Zapatas 33.56		Zapatas 0		Zapatas 33.56	
								Column: 96.44			Column: 96.44		Column: 18.06		Column: 96.44	
								Placas			Placas		Placas		Placas	
								13 Z-1	134.3		21 Z-1	134.3	29 Cb	19.08	29 Z-1	134.3
								Zapatas 33.56			Zapatas 33.56		Zapatas 0		Zapatas 33.56	
								Column: 100.74			Column: 100.74		Column: 19.08		Column: 100.74	
								Placas			Placas		Placas		Placas	
								14 Z-1	134.3		22 Z-1	134.3	30 Cb	19.08	30 Z-1	134.3
								Zapatas 33.56			Zapatas 33.56		Zapatas 0		Zapatas 33.56	
								Column: 100.74			Column: 100.74		Column: 19.08		Column: 100.74	
								Placas			Placas		Placas		Placas	
								15 Z-1	134.3		23 Z-1	134.3	31 Cb	19.08	31 Z-1	134.3
								Zapatas 33.56			Zapatas 33.56		Zapatas 0		Zapatas 33.56	
								Column: 100.74			Column: 100.74		Column: 19.08		Column: 100.74	
								Placas			Placas		Placas		Placas	
								16 ZPL-3	309.01		24 Z-1	134.3	32 Cb	19.08	32 Z-4	319.59
								Zapatas 33.56			Zapatas 33.56		Zapatas 0		Zapatas 46.72	
								Columnas			Column: 100.74		Column: 19.08		Column: 272.87	
								Placas 275.45			Placas		Placas		Placas	
								17 Z-1	134.3		25 Z-3	460.51				
								Zapatas 33.56			Zapatas 84.48					
								Column: 100.74			Column: 376.03					
								Placas			Placas					
								1 ZC-2	254.49		4 Z-2	126.78	7 Z-2	126.78	10 Z-1	158.61
								Zapatas 53.01			Zapatas 26.04		Zapatas 26.04		Zapatas 33.56	
								Column: 201.48			Column: 100.74		Column: 100.74		Column: 125.05	
								Placas			Placas		Placas		Placas	
								2 ZC-1	56.58		5 E-1	22.9	8 E-1	22.9	11 Z-1	130
								Zapatas 56.58			Zapatas 0		Zapatas 0		Zapatas 33.56	
								Columnas			Column: 22.9		Column: 22.9		Column: 96.44	
								Placas			Placas		Placas		Placas	
								3 ZC-2	254.49		6 Z-2	126.78	9 Z-2	126.78	12 Z-1	130
								Zapatas 53.01			Zapatas 26.04		Zapatas 26.04		Zapatas 33.56	
								Column: 201.48			Column: 100.74		Column: 100.74		Column: 96.44	
								Placas			Placas		Placas		Placas	

1263.3

1265.9

1376.8

1118.5

Figura 76. Detalle de Sectorización de Acero (kg).

(Fuente: Elaboración Propia)

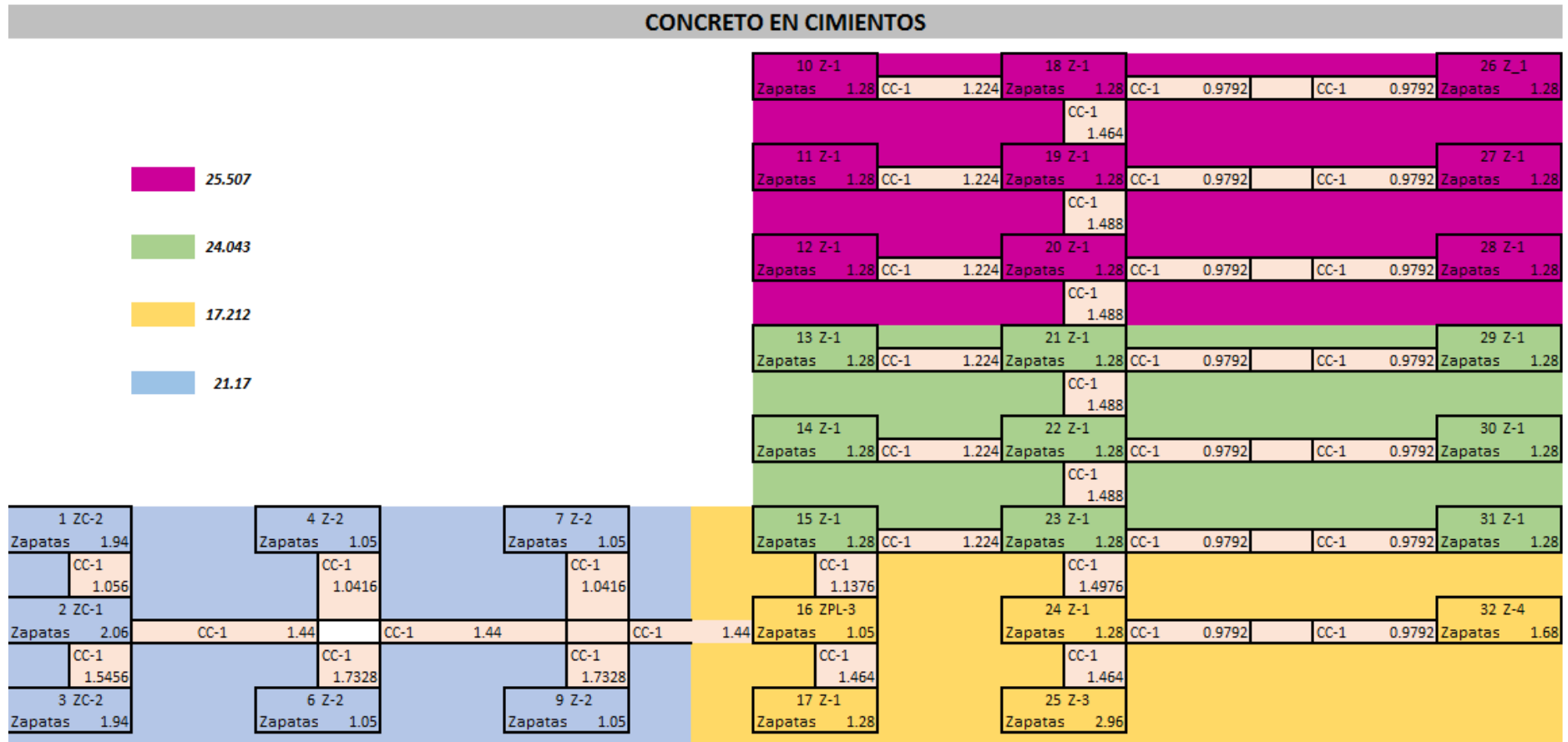


Figura 77. Detalle de Sectorización de Concreto en Cimientos (m³).

(Fuente: Elaboración Propia)

1° TREN DE ACTIVIDADES

	Metrado por anillo	Und	4 Sectores	Número de obreros por cuadrilla básica	Cálculo de cuadrillas por rendimiento														Número de cuadrillas a usar	
					Rendimiento (und/día)	Número de días	Número de horas	Horas diarias por número de cuadrillas												
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
ACERO	5207.34	kg	1,301.84	2	250.00	5.2	41.7	41.7	20.8	13.9	10.4	8.3	6.9	6.0	5.2	4.6	4.2	3.8	3.5	5
CONCRETO EN CIMIENTOS	85.19	m3	21.30	12	25.00	0.9	6.8	6.8	3.4	2.3	1.7	1.4	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	1
ENCOFRADO VERTICAL	353.81	m2	88.45	3	10.00	8.8	70.8	70.8	35.4	23.6	17.7	14.2	11.8	10.1	8.8	7.9	7.1	6.4	5.9	9

	N° DE DÍAS					
	1	2	3	4	5	6
ACERO	A1	B1	C1	D1		
CONCRETO EN CIMIENTOS		A1	B1	C1	D1	
ENCOFRADO VERTICAL			A1	B1	C1	D1

Figura 79. 1° Tren de Actividades

(Fuente: Elaboración Propia)

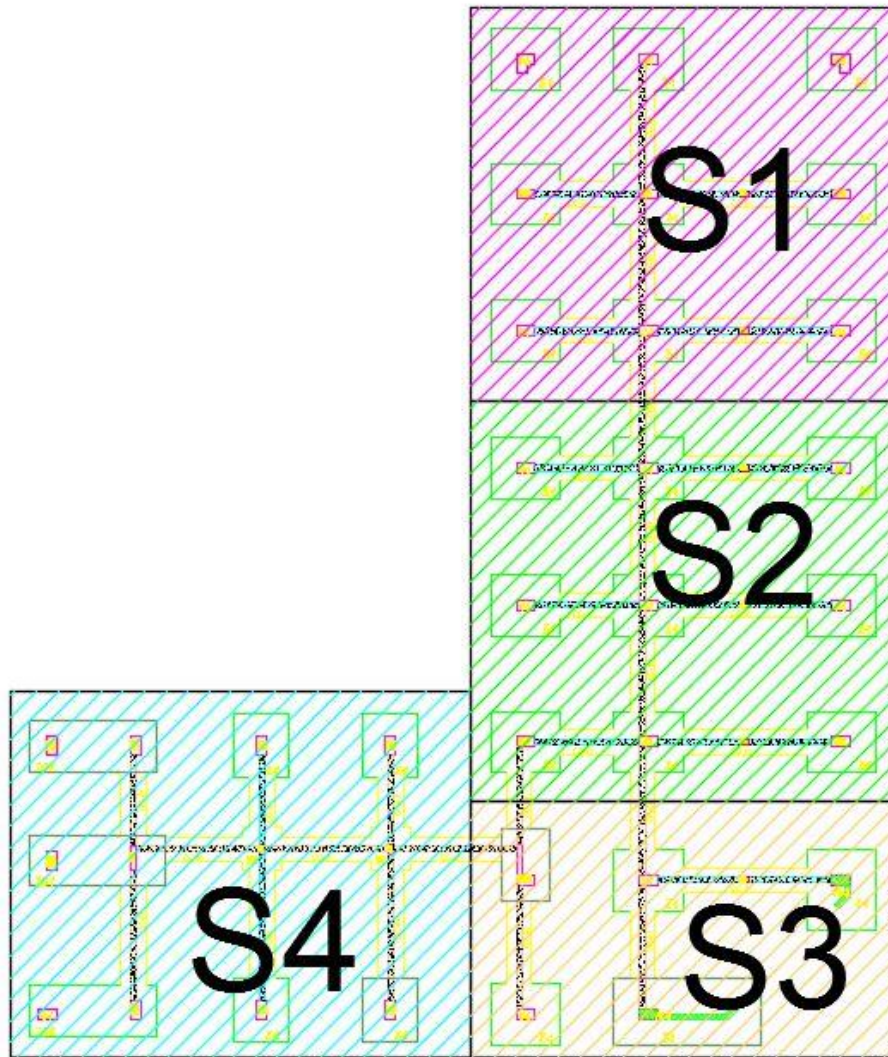


Figura 80. Sectorización del 1° Tren de Actividades
(Fuente: Elaboración Propia)

2° TREN DE ACTIVIDADES

Contiene las siguientes partidas:

- CONCRETO VERTICAL (en columnas y placas).

CONCRETO VERTICAL

						10 Z-1		18 Z-1		26 Z_1	
						Column 0.93	0.93	Column 0.64	0.64	Column 0.64	0.64
						Placas		Placas		Placas	
						11 Z-1		19 Z-1		27 Cb	
						Column 0.64	0.64	Column 0.64	0.64	Column 0.14	0.14
						Placas		Placas		Placas	
						12 Z-1		20 Z-1		28 Cb	
						Column 0.64	0.64	Column 0.64	0.64	Column 0.14	0.14
						Placas		Placas		Placas	
						13 Z-1		21 Z-1		29 Cb	
						Column 0.69	0.69	Column 0.69	0.69	Column 0.15	0.15
						Placas		Placas		Placas	
						14 Z-1		22 Z-1		30 Cb	
						Column 0.69	0.69	Column 0.69	0.69	Column 0.15	0.15
						Placas		Placas		Placas	
						15 Z-1		23 Z-1		31 Cb	
1 ZC-2	1.38	Column 0.69	0.69	Column 0.69	0.69	Column 0.69	0.69	Column 0.69	0.69	Column 0.15	0.15
Placas		Placas		Placas		Placas		Placas		Placas	
2 ZC-1	1.24	Column 0.19	0.19	Column 0.19	0.19	Columnas	1.38	Column 0.69	0.69	Column 0.15	0.15
Placas		Placas		Placas		Placas		Placas		Placas	
3 ZC-2	1.38	Column 0.69	0.69	Column 0.69	0.69	Column 0.69	0.69	Column 2.58	2.58	Column 0.15	0.15
Placas		Placas		Placas		Placas		Placas		Placas	
						16 ZPL-3		24 Z-1		32 Cb	
						Columnas	1.38	Column 0.69	0.69	Column 0.15	0.15
						Placas		Placas		Placas	
						17 Z-1		25 Z-3		30 Z-1	
						Column 0.69	0.69	Column 0.69	0.69	Column 0.64	0.64
						Placas		Placas		Placas	
						7 Z-2		27 Z-1		27 Z-1	
						Column 0.69	0.69	Column 0.64	0.64	Column 0.64	0.64
						Placas		Placas		Placas	
						4 Z-2		19 Z-1		28 Z-1	
						Column 0.69	0.69	Column 0.64	0.64	Column 0.64	0.64
						Placas		Placas		Placas	
						5 E-1		20 Z-1		29 Z-1	
						Column 0.19	0.19	Column 0.64	0.64	Column 0.64	0.64
						Placas		Placas		Placas	
						8 E-1		21 Z-1		29 Z-1	
						Column 0.19	0.19	Column 0.69	0.69	Column 0.64	0.64
						Placas		Placas		Placas	
						9 Z-2		22 Z-1		30 Z-1	
						Column 0.69	0.69	Column 0.69	0.69	Column 0.64	0.64
						Placas		Placas		Placas	
						6 Z-2		23 Z-1		31 Z-1	
						Column 0.69	0.69	Column 0.69	0.69	Column 0.64	0.64
						Placas		Placas		Placas	
						3 ZC-2		24 Z-1		32 Z-4	
						Column 1.38	1.38	Column 0.69	0.69	Column 1.27	1.27
						Placas		Placas		Placas	

Figura 81. Detalles de Sectorización del Concreto Vertical (m³).

(Fuente: Elaboración Propia)

2° TREN DE ACTIVIDADES

	Metrado por anillo	Und	3 Sectores	Número de obreros por cuadrilla básica	Cálculo de cuadrillas por rendimiento														Número de cuadrillas a usar	
					Rendimiento (un/d/día)	Número de días	Número de horas	Horas diarias por número de cuadrillas												
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
CONCRETO VERTICAL	27.18	m3	9.06	14	10.00	0.9	7.2	7.2	3.6	2.4	1.8	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	1

	N° DE DÍAS		
	4	5	6
CONCRETO VERTICAL	A1	B1	C1

Figura 82. 2° Tren de Actividades.

(Fuente: Elaboración Propia)

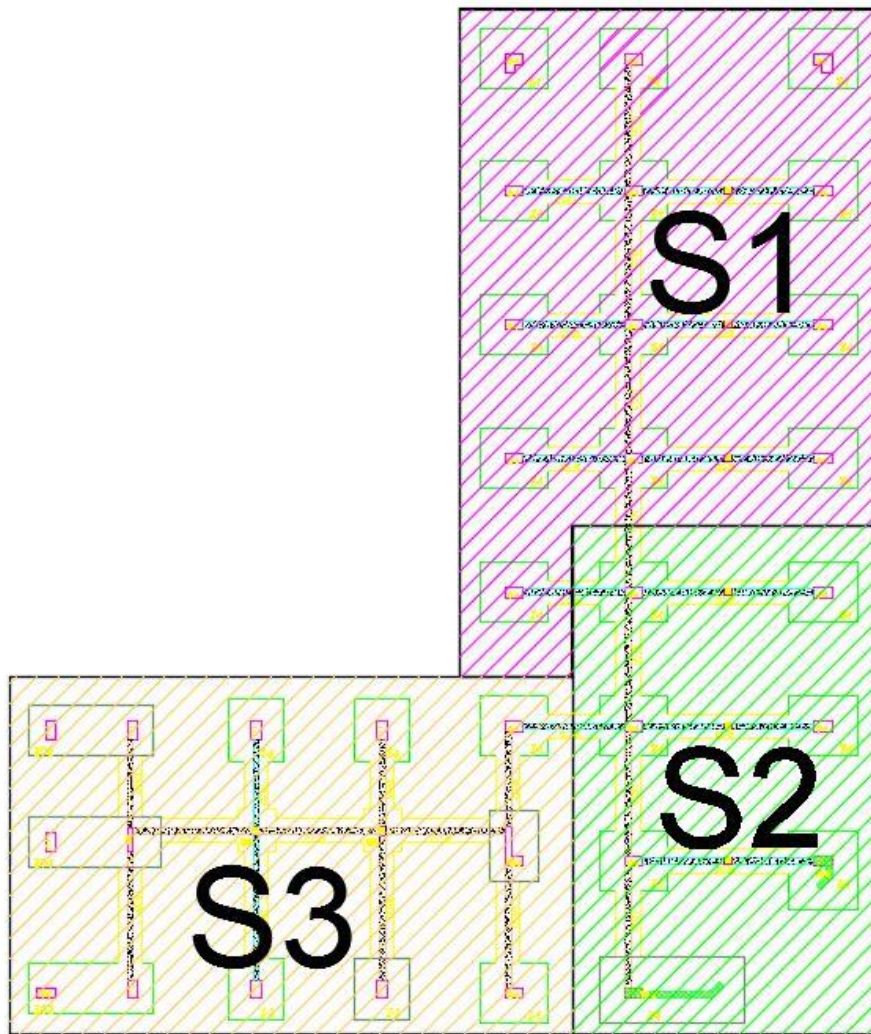


Figura 83. Sectorización del 2° Tren de Actividades
(Fuente: Elaboración Propia)

Siendo la programación, la siguiente:

ITEM	DESCRIPCION PARTIDA	UND	METR.	SEMANA 01						
				L	M	X	J	V	S	D
				01	02	03	04	05	06	07
01	ACERO	kg	5207.34	A1	B1	C1	D1			
02	CONCRETO EN CIMIENTOS	m3	85.19		A1	B1	C1	D1		
03	ENCOFRADO VERTICAL	m2	353.81			A1	B1	C1	D1	
04	CONCRETO VERTICAL	m3	27.18				A1	B1	C1	

Figura 84. Programación Semanal.

(Fuente: Elaboración Propia)

Obteniendo que la programación (para las partidas más incidentes como son el acero, encofrado y acero para zapatas, columnas y placas) según el rendimiento, se ejecutará en un total de 06 días, ya que nuestro jornal diario es de 8 horas, cumpliendo con el rendimiento diario.

En comparación con la programación del Plan Maestro para el Bloque C, que es de 09 días, tenemos una diferencia de 03 días laborados. Lo que muestra que aplicando el Last Planner System se tiene una gran optimización en cuanto al tiempo de ejecución.

Programación Tradicional según Expediente Técnico

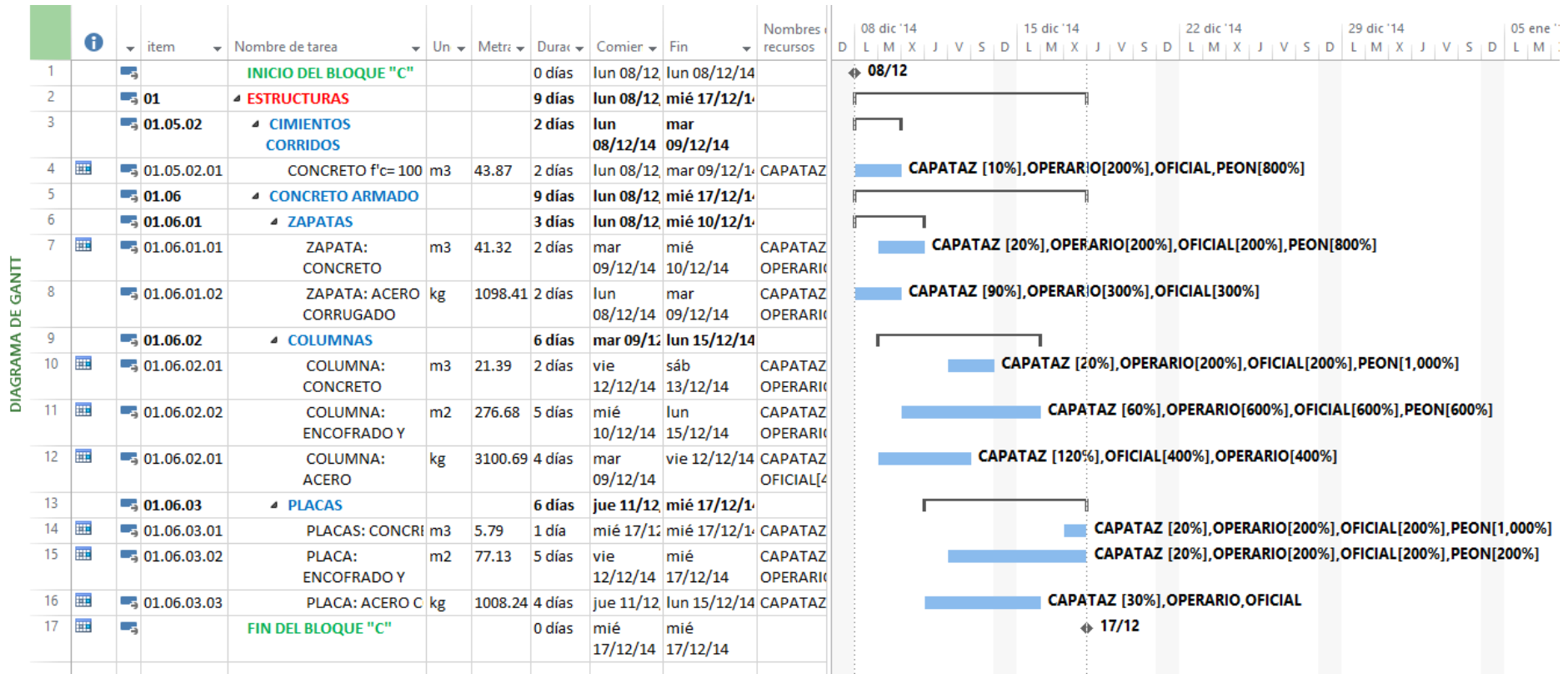


Figura 85. Programación Tradicional según Expediente Técnico.

(Fuente: Elaboración Propia)

Programación según Last Planner System

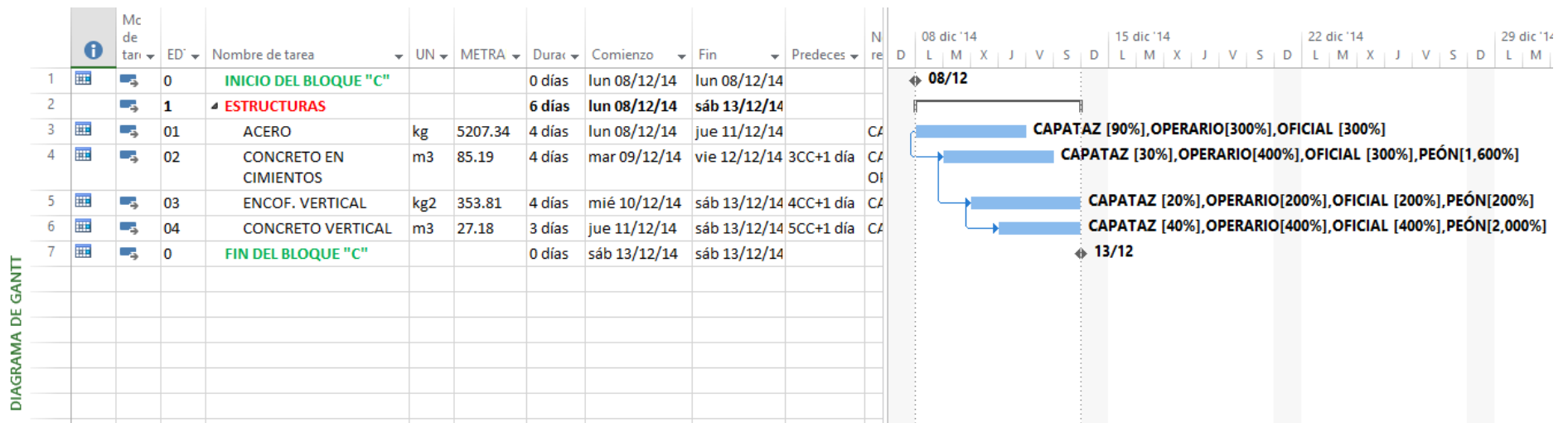


Figura 86. Programación según Last Planner System.

(Fuente: Elaboración Propia)

RESULTADOS DE COMPARACIÓN (COSTO)

Para demostrar mediante nuestra aplicación, usando el Análisis de Precios Unitarios que comprende el Expediente Técnico, que la Filosofía Lean es eficiente y rentable en comparación al método tradicional, procederemos a explicar los siguientes pasos, finalmente demostrando el ahorro. Se realizará el procedimiento solo para el recurso de Mano de Obra, tomando como base las Horas Hombre para ambos métodos (Método Tradicional y Last Planner System) que en este caso es la unidad con la que se puede demostrar la diferencia.

a) CONCRETO EN CIMIENTOS CORRIDOS

Partida	01.05.02.01 CONCRETO f'c= 100 kg/cm2 + 30% P.G. P/CIMIENTOS CORRIDOS						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo afectado por el metrado (177.60)			23,793.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	5.6832	15.95	90.85	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	113.6640	13.70	1,557.20	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	56.8320	11.48	652.43	
0147010004	PEON	hh	8.0000	454.6560	10.27	4,669.32	
							6,969.60
Materiales							
0205000039	PIEDRA BASE	m3		88.8000	21.19	1,881.67	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		541.6800	18.40	9,966.91	
0238000003	HORMIGON	m3		154.5120	21.19	3,274.11	
0239050000	AGUA	m3		31.9680	20.00	639.36	
							15,762.05
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6,969.60	209.09	
0349100011	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8 HP 9 p3	hm	1.0000	56.8320	15.00	852.48	
							1,061.57

Figura 87. Análisis de Precios Unitarios.

(Fuente: Expediente Técnico)

- 1) Se tiene que el costo de la partida, está afectado por el metrado, por lo que procederemos a dividir la cantidad de la mano de obra (cap, op., ofi, pe.) entre el metrado total de la partida.

$$5.6832 / 177.60 = 0.032 \text{ HH}$$

$$113.664 / 177.60 = 0.64 \text{ HH}$$

$$56.832 / 177.60 = 0.32 \text{ HH}$$

$$454.656 / 177.60 = 2.56 \text{ HH}$$

$$\Sigma = 3.552 \text{ HH}$$

- 2) Se tiene que 3.552 es la cantidad de HH por metro cúbico para 1 día, se necesita conocer las cantidades para 09 días (programación Tradicional).

$$\begin{aligned}
 1 \text{ día} &\rightarrow 3.552 \text{ HH} \\
 9 \text{ días} &\rightarrow x \\
 x &= \frac{3.552 \text{ hh} * 9 \text{ días}}{1 \text{ día}} \\
 x &= 31.97 \text{ HH}
 \end{aligned}$$

- 3) Teniendo la cantidad/m³ de la programación tradicional, calculamos la cantidad/m³ para 6 días:

$$\begin{aligned}
 9 \text{ día} &\rightarrow 31.97 \text{ HH} \\
 6 \text{ días} &\rightarrow x \\
 x &= \frac{31.97 * 6}{9} \\
 x &= 21.31 \text{ HH}
 \end{aligned}$$

- 4) Para demostrar que cumple y genera un ahorro y/o ganancia, se resta la cantidad de Hora Hombre.

$$\begin{aligned}
 x &= 31.97 \text{ hh} - 21.31 \text{ hh} \\
 x &= 10.66 \text{ hh}
 \end{aligned}$$

- 5) Entonces, multiplicando por el promedio de la sumatoria del precio de la mano de obra, obtenemos que:

$$15.95 + 13.7 + 11.48 + 10.27 = 51.4 \text{ soles}$$

$$51.4/4 = 12.85 \text{ soles}$$

$$12.85 \text{ soles} * 10.66 \text{ HH} = 136.98 \text{ soles /HH}$$

Como resultado tenemos que nuestra ganancia promedio de M.O., ejecutando en 6 días (según la filosofía Lean Construction), es de **136.98 SOLES/HH**.

Entonces para demostrar el porcentaje de ahorro, tenemos que:

$$31.97 \text{ hh (E.T)} \rightarrow 100\%$$

$$21.31 \text{ hh (L.P.S.)} \rightarrow x$$

$$x = \frac{21.31 * 100}{31.97}$$

$$x = 67 \%$$

$$x = 100\% - 67 \%$$

$$x = 33 \% \text{ de ahorro.}$$

Por lo que el ahorro sería de un 33% respecto al costo de la M.O. de la programación tradicional.

b) ACERO EN ZAPATAS

Partida	01.06.01.02	ZAPATA: ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo afectado por el metrado (6,229.87)			23,497.41
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.3000	62.2987	15.95	993.66	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	207.4547	13.70	2,842.13	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	207.4547	11.48	2,381.58	
6,217.37							
Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		436.0909	2.97	1,295.19	
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		6,665.9609	2.37	15,798.33	
17,093.52							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6,217.37	186.52	
186.52							

Figura 88. Análisis de Precios Unitarios

(Fuente: Expediente Técnico)

- 1) Se tiene que el costo de la partida, está afectado por el metrado, por lo que procederemos a dividir la cantidad de la mano de obra (cap, op., pe.) entre el metrado total de la partida.

$$\begin{aligned} 62.30 / 6229.87 &= 0.010 \text{ HH} \\ 207.45 / 6229.87 &= 0.033 \text{ HH} \\ 207.45 / 6229.87 &= 0.033 \text{ HH} \end{aligned}$$

$$\Sigma = 0.0766 \text{ HH}$$

2)

$$\begin{aligned}
 1 \text{ día} &\rightarrow 0.0766 \text{ hh} \\
 9 \text{ días} &\rightarrow x \\
 x &= \frac{0.077 \text{ hh} * 9 \text{ días}}{1 \text{ día}} \\
 x &= 0.69 \text{ HH}
 \end{aligned}$$

3) Teniendo la cantidad/kg de la programación tradicional, calculamos la cantidad/kg para 6 días:

$$\begin{aligned}
 9 \text{ día} &\rightarrow 0.69 \text{ HH} \\
 6 \text{ días} &\rightarrow x \\
 x &= \frac{0.69 * 6}{9} \\
 x &= 0.46 \text{ HH}
 \end{aligned}$$

4) Para demostrar que cumple y genera un ahorro y/o ganancia, se resta la cantidad de Hora Hombre.

$$\begin{aligned}
 x &= 0.69 \text{ hh} - 0.46 \text{ hh} \\
 x &= 0.23 \text{ hh}
 \end{aligned}$$

5) Entonces, multiplicando por el promedio de la sumatoria del precio de la mano de obra, obtenemos que:

$$15.95 + 13.7 + 11.48 = 41.13 \text{ soles}$$

$$41.13/3 = 13.71 \text{ soles}$$

$$13.71 \text{ soles} * 0.23 \text{ HH} = 3.15 \text{ soles /HH}$$

Como resultado tenemos que nuestra ganancia, ejecutando en 6 días (según la filosofía Lean Construction), es de **3.15 SOLES/HH**.

Entonces para demostrar el porcentaje de ahorro, tenemos que:

$$0.69 \text{ hh (E.T)} \rightarrow 100\%$$

$$0.46 \text{ hh (L.P.S.)} \rightarrow x$$

$$x = \frac{0.46 * 100}{0.69}$$

$$x = 67 \%$$

$$x = 100\% - 67 \%$$

$$x = 33 \%$$

Por lo que el ahorro sería de un 33% respecto al costo de la M.O. de la programación tradicional.

c) CONCRETO EN ZAPATAS

Partida	01.06.01.01 ZAPATA: CONCRETO f'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo afectado por el metrado (174.53)			43,213.58
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	11.1699	15.95	178.16	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	111.6992	13.70	1,530.28	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	111.6992	11.48	1,282.31	
0147010004	PEON	hh	8.0000	446.7968	10.27	4,588.60	
							7,579.35
Materiales							
0205000040	PIEDRA DE 1/2"	m3		95.9915	21.19	2,034.06	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		92.5009	21.19	1,960.09	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		1,570.7700	18.40	28,902.17	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		38.3966	13.80	529.87	
0239050000	AGUA	m3		38.3966	20.00	767.93	
							34,194.12
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7,579.35	378.97	
0349100011	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8 HP 9 p3	hm	1.0000	55.8496	15.00	837.74	
0349520055	VIBRADOR DE CONCRETO 5.5 HP DE 2"	hm	0.5000	27.9248	8.00	223.40	
							1,440.11

Figura 89. Análisis de Precios Unitarios

(Fuente: Expediente Técnico)

- 1) Se tiene que el costo de la partida, está afectado por el metrado, por lo que procederemos a dividir la cantidad de la mano de obra (cap, op., ofi, pe.) entre el metrado total de la partida.

$$\begin{aligned} 11.17 / 174.53 &= 0.064 \text{ HH} \\ 111.70 / 174.53 &= 0.64 \text{ HH} \\ 111.70 / 174.53 &= 0.64 \text{ HH} \\ 446.80 / 174.53 &= 2.56 \text{ HH} \end{aligned}$$

$$\Sigma = 3.904 \text{ HH}$$

2)

$$\begin{aligned}
 1 \text{ día} &\rightarrow 3.904 \text{ hh} \\
 9 \text{ días} &\rightarrow x \\
 x &= \frac{3.904 \text{ hh} * 9 \text{ días}}{1 \text{ día}} \\
 x &= 35.14 \text{ HH}
 \end{aligned}$$

3) Teniendo la cantidad/m³ de la programación tradicional, calculamos la cantidad/m³ para 6 días:

$$\begin{aligned}
 9 \text{ día} &\rightarrow 35.14 \text{ HH} \\
 6 \text{ días} &\rightarrow x \\
 x &= \frac{105.41 * 6}{27} \\
 x &= 23.43 \text{ HH}
 \end{aligned}$$

4) Para demostrar que cumple y genera un ahorro y/o ganancia, se resta la cantidad de Hora Hombre.

$$\begin{aligned}
 x &= 35.14 - 23.43 \text{ hh} \\
 x &= 11.71 \text{ hh}
 \end{aligned}$$

5) Entonces, multiplicando por el promedio de la sumatoria del precio de la mano de obra, obtenemos que:

$$15.95 + 13.7 + 11.48 + 10.27 = 51.4 \text{ soles}$$

$$51.4/4 = 12.85 \text{ soles}$$

$$12.85 \text{ soles} * 11.71 \text{ HH} = 150.47 \text{ soles /HH}$$

Como resultado tenemos que nuestra ganancia, ejecutando en 6 días (según la filosofía Lean Construction), es de **150.47 SOLES/HH**.

Entonces para demostrar el porcentaje de ahorro, tenemos que:

$$35.14 \text{ hh (E.T)} \rightarrow 100\%$$

$$23.43 \text{ hh (L.P.S.)} \rightarrow x$$

$$x = \frac{23.43 * 100}{35.14}$$

$$x = 67\%$$

$$x = 100\% - 67\%$$

$$x = 33\%$$

Por lo que el ahorro sería de un 33% respecto al costo de la M.O. de la programación tradicional.

d) CONCRETO EN COLUMNA

Partida	01.06.02.01	COLUMNA: CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²						
Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo afectado por el metrado (102.55)			35,481.64	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	16.4080	15.95	261.71		
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	164.0800	13.70	2,247.90		
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	164.0800	11.48	1,883.64		
0147010004	PEON	hh	10.0000	820.4000	10.27	8,425.51		
						12,818.76		
Materiales								
0205000040	PIEDRA DE 1/2"	m ³		73.8360	21.19	1,564.58		
0205010004	ARENA GRUESA	m ³		54.3515	21.19	1,151.71		
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		922.9500	18.40	16,982.28		
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		22.5610	13.80	311.34		
0239050000	AGUA	m ³		19.0743	20.00	381.49		
						20,391.40		
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12,818.76	384.56		
0349100011	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8 HP 9 p3	hm	1.0000	82.0400	15.00	1,230.60		
0349520055	VIBRADOR DE CONCRETO 5.5 HP DE 2"	hm	1.0000	82.0400	8.00	656.32		
						2,271.48		

Figura 90. Análisis de Precios Unitarios

(Fuente: Expediente Técnico)

- 1) Se tiene que el costo de la partida, está afectado por el metrado, por lo que procederemos a dividir la cantidad de la mano de obra (cap, op., ofi, pe.) entre el metrado total de la partida.

$$\begin{aligned} 16.408 / 102.55 &= 0.160 \text{ HH} \\ 164.080 / 102.55 &= 1.600 \text{ HH} \\ 164.080 / 102.55 &= 1.600 \text{ HH} \\ 820.400 / 102.55 &= 8.000 \text{ HH} \end{aligned}$$

$$\Sigma = 11.360 \text{ HH}$$

2)

$$\begin{aligned}
 1 \text{ día} &\rightarrow 11.360 \text{ hh} \\
 9 \text{ días} &\rightarrow x \\
 x &= \frac{11.36 \text{ hh} * 9 \text{ días}}{1 \text{ día}} \\
 x &= 102.24 \text{ HH}
 \end{aligned}$$

3) Teniendo la cantidad/m3 de la programación tradicional, calculamos la cantidad/m3 para 6 días:

$$\begin{aligned}
 9 \text{ día} &\rightarrow 102.24 \text{ HH} \\
 6 \text{ días} &\rightarrow x \\
 x &= \frac{102.24 * 6}{9} \\
 x &= 68.16 \text{ HH}
 \end{aligned}$$

4) Para demostrar que cumple y genera un ahorro y/o ganancia, se resta la cantidad de Hora Hombre.

$$\begin{aligned}
 x &= 102.24 - 68.16 \text{ hh} \\
 x &= 34.08 \text{ hh}
 \end{aligned}$$

5) Entonces, multiplicando por el promedio de la sumatoria del precio de la mano de obra, obtenemos que:

$$15.95 + 13.7 + 11.48 + 10.27 = 51.4 \text{ soles}$$

$$51.4/4 = 12.85 \text{ soles}$$

$$12.85 \text{ soles} * 34.08 \text{ HH} = 437.93 \text{ soles /HH}$$

Como resultado tenemos que nuestra ganancia ejecutando en 6 días (según la filosofía Lean Construction) es de **437.93 SOLES/HH**.

Entonces para demostrar el porcentaje de ahorro, tenemos que:

$$102.24 \text{ hh (E.T)} \rightarrow 100\%$$

$$68.16 \text{ hh (L.P.S.)} \rightarrow x$$

$$x = \frac{23.43 * 100}{35.14}$$

$$x = 67\%$$

$$x = 100\% - 67\%$$

$$x = 33\%$$

Por lo que el ahorro sería de un 33% respecto al costo de la M.O. de la programación tradicional.

e) ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNA

Partida	01.06.02.02	COLUMNA: ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo afectado por el metrado (1,366.32)			53,765.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	109.3056	15.95	1,743.42	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1,093.0560	13.70	14,974.87	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1,093.0560	11.48	12,548.28	
0147010004	PEON	hh	1.0000	1,093.0560	10.27	11,225.69	
						40,492.26	
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		409.8960	2.97	1,217.39	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		232.2744	3.05	708.44	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		2,350.0704	4.00	9,400.28	
0272290005	TUBERIA PVC SAP 1/2"	und		91.5434	8.00	732.35	
						12,058.46	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	40,492.26	1,214.77	
						1,214.77	

Figura 91. Análisis de Precios Unitarios

(Fuente: Expediente Técnico)

- 1) Se tiene que el costo de la partida, está afectado por el metrado, por lo que procederemos a dividir la cantidad de la mano de obra (cap, op., ofi, pe.) entre el metrado total de la partida.

$$109.3056 / 1366.32 = 0.080 \text{ HH}$$

$$1093.0560 / 1366.32 = 0.800 \text{ HH}$$

$$1093.0560 / 1366.32 = 0.800 \text{ HH}$$

$$1093.0560 / 1366.32 = 0.800 \text{ HH}$$

$$\Sigma = 2.480 \text{ HH}$$

2)

$$1 \text{ día} \rightarrow 2.480 \text{ hh}$$

$$9 \text{ días} \rightarrow x$$

$$x = \frac{2.48 \text{ hh} * 9 \text{ días}}{1 \text{ día}}$$

$$x = 22.32 \text{ HH}$$

3) Teniendo la cantidad/m2 de la programación tradicional, calculamos la cantidad/m2 para 6 días:

$$9 \text{ día} \rightarrow 22.32 \text{ HH}$$

$$6 \text{ días} \rightarrow x$$

$$x = \frac{22.32 * 6}{9}$$

$$x = 14.88 \text{ HH}$$

4) Para demostrar que cumple y genera un ahorro y/o ganancia, se resta la cantidad de Hora Hombre.

$$x = 22.32 - 14.88 \text{ hh}$$

$$x = 7.44 \text{ hh}$$

5) Entonces, multiplicando por el promedio de la sumatoria del precio de la mano de obra, obtenemos que:

$$15.95 + 13.7 + 11.48 + 10.27 = 51.4 \text{ soles}$$

$$51.4/4 = 12.85 \text{ soles}$$

$$12.85 \text{ soles} * 7.44 \text{ HH} = 95.60 \text{ soles /HH}$$

Como resultado tenemos que nuestra ganancia, ejecutando en 6 días (según la filosofía Lean Construction), es de **95.60 SOLES/HH**.

Entonces para demostrar el porcentaje de ahorro, tenemos que:

$$22.32 \text{ hh (E.T)} \rightarrow 100\%$$

$$14.88 \text{ hh (L.P.S.)} \rightarrow x$$

$$x = \frac{14.88 * 100}{22.32}$$

$$x = 67\%$$

$$x = 100\% - 67\%$$

$$x = 33\%$$

Por lo que el ahorro sería de un 33% respecto al costo de la M.O. de la programación tradicional.

f) ACERO EN COLUMNA

Partida	01.06.02.03 COLUMNA: ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo afectado por el metrado (17,482.03)		65,937.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.3000	174.8203	15.95	2,788.38
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	582.1516	13.70	7,975.48
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	582.1516	11.48	6,683.10
						17,446.96
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		1,223.7421	2.97	3,634.51
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		18,705.7721	2.37	44,332.68
						47,967.19
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17,446.96	523.41
						523.41

Figura 92. Análisis de Precios Unitarios

(Fuente: Expediente Técnico)

- 1) Se tiene que el costo de la partida, está afectado por el metrado, por lo que procederemos a dividir la cantidad de la mano de obra (cap, op., pe.) entre el metrado total de la partida.

$$174.8203 / 17482.03 = 0.010 \text{ HH}$$

$$582.1516 / 17482.03 = 0.033 \text{ HH}$$

$$582.1516 / 17482.03 = 0.033 \text{ HH}$$

$$\Sigma = 0.077 \text{ HH}$$

- 2)

$$1 \text{ día} \rightarrow 0.077 \text{ hh}$$

$$9 \text{ días} \rightarrow x$$

$$x = \frac{0.077hh * 9 \text{ días}}{1 \text{ día}}$$

$$x = 0.69HH$$

- 3) Teniendo la cantidad/kg de la programación tradicional, calculamos la cantidad/kg para 6 días:

$$9 \rightarrow 0.69$$

$$6 \rightarrow x$$

$$x = \frac{0.69 * 6}{9}$$

$$x = 0.46 HH$$

- 4) Para demostrar que cumple y genera un ahorro y/o ganancia, se resta la cantidad de Hora Hombre.

$$x = 0.69 hh - 0.46hh$$

$$x = 0.23 hh$$

- 5) Entonces, multiplicando por el promedio de la sumatoria del precio de la mano de obra, obtenemos que:

$$15.95 + 13.7 + 11.48 = 41.13 \text{ soles}$$

$$41.13/3 = 13.71 \text{ soles}$$

$$13.71 \text{ soles} * 0.23 HH = 3.15 \text{ soles /HH}$$

Como resultado tenemos que nuestra ganancia, ejecutando en 6 días (según la filosofía Lean Construction), es de **3.15 SOLES/HH**.

Entonces para demostrar el porcentaje de ahorro, tenemos que:

$$0.69 hh (E.T) \rightarrow 100\%$$

$$0.46 hh (L.P.S.) \rightarrow x$$

$$x = \frac{0.46 * 100}{0.69}$$

$$x = 67\%$$

$$x = 100\% - 67 \%$$

$$x = 33 \%$$

Por lo que el ahorro sería de un 33% respecto al costo de la M.O. de la programación tradicional.

g) CONCRETO EN PLACAS

Partida	01.06.03.01	PLACAS: CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo afectado por el metrado (11.79)			4,079.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	1.8864	15.95	30.09	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	18.8640	13.70	258.44	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	18.8640	11.48	216.56	
0147010004	PEON	hh	10.0000	94.3200	10.27	968.67	
							1,473.76
Materiales							
0205000040	PIEDRA DE 1/2"	m3		8.4888	21.19	179.88	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		6.2487	21.19	132.41	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		106.1100	18.40	1,952.42	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		2.5938	13.80	35.79	
0239050000	AGUA	m3		2.1929	20.00	43.86	
							2,344.36
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1,473.76	44.21	
0349100011	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8 HP 9 p3	hm	1.0000	9.4320	15.00	141.48	
0349520055	VIBRADOR DE CONCRETO 5.5 HP DE 2"	hm	1.0000	9.4320	8.00	75.46	
							261.15

Figura 93. Análisis de Precios Unitarios.

(Fuente: Expediente Técnico)

- 1) Se tiene que el costo de la partida, está afectado por el metrado, por lo que procederemos a dividir la cantidad de la mano de obra (cap, op., pe.) entre el metrado total de la partida.

$$\begin{aligned} 1.8864 / 11.79 &= 0.160 \text{ HH} \\ 18.8640 / 11.79 &= 1.600 \text{ HH} \\ 18.8640 / 11.79 &= 1.600 \text{ HH} \\ 94.3200 / 11.79 &= 8.000 \text{ HH} \end{aligned}$$

$$\Sigma = 11.360 \text{ HH}$$

- 2)

$$1 \text{ día} \rightarrow 11.360 \text{ hh}$$

$$9 \text{ días} \rightarrow x$$

$$x = \frac{11.36 * 9}{1}$$

$$x = 102.24 \text{ HH}$$

- 3) Teniendo la cantidad/m³ de la programación tradicional, calculamos la cantidad/m³ para 6 días:

$$9 \text{ día} \rightarrow 102.24 \text{ HH}$$

$$6 \text{ días} \rightarrow x$$

$$x = \frac{306.72 * 6}{27}$$

$$x = 68.16 \text{ HH}$$

- 4) Para demostrar que cumple y genera un ahorro y/o ganancia, se resta la cantidad de Hora Hombre.

$$x = 102.24 - 68.16 \text{ hh}$$

$$x = 34.08 \text{ hh}$$

- 5) Entonces, multiplicando por el promedio de la sumatoria del precio de la mano de obra, obtenemos que:

$$15.95 + 13.7 + 11.48 + 10.27 = 51.4 \text{ soles}$$

$$51.4/4 = 12.85 \text{ soles}$$

$$12.85 \text{ soles} * 34.08 \text{ HH} = 437.93 \text{ soles /HH}$$

Como resultado tenemos que nuestra ganancia ejecutando en 6 días (según la filosofía Lean Construction) es de **437.93 SOLES/HH**.

Entonces para demostrar el porcentaje de ahorro, tenemos que:

$$102.24 \text{ hh (E.T)} \rightarrow 100\%$$

$$68.16 \text{ hh (L.P.S.)} \rightarrow x$$

$$x = \frac{23.43 * 100}{35.14}$$

$$x = 67\%$$

$$x = 100\% - 67 \%$$

$$x = 33 \%$$

Por lo que el ahorro sería de un 33% respecto al costo de la M.O. de la programación tradicional.

h) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS

Partida	01.06.03.02	PLACA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo afectado por el metrado (163.73)			6,442.87
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	13.0984	15.95	208.92	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	130.9840	13.70	1,794.48	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	130.9840	11.48	1,503.70	
0147010004	PEON	hh	1.0000	130.9840	10.27	1,345.21	
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		49.1190	2.97	145.88	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		27.8341	3.05	84.89	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		281.6156	4.00	1,126.46	
0272290005	TUBERIA PVC SAP 1/2"	und		10.9699	8.00	87.76	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4,852.31	145.57	
						145.57	

Figura 94. Análisis de Precios Unitarios.

(Fuente: Expediente Técnico)

- 1) Se tiene que el costo de la partida, está afectado por el metrado, por lo que procederemos a dividir la cantidad de la mano de obra (cap, op., ofi, pe.) entre el metrado total de la partida.

$$\begin{aligned}
 13.0984 / 163.73 &= 0.080 \text{ HH} \\
 130.9840 / 163.73 &= 0.800 \text{ HH} \\
 130.9840 / 163.73 &= 0.800 \text{ HH} \\
 130.9840 / 163.73 &= 0.800 \text{ HH}
 \end{aligned}$$

$$\Sigma = 2.480 \text{ HH}$$

- 2)

$$1 \text{ día} \rightarrow 2.480 \text{ hh}$$

$$9 \text{ días} \rightarrow x$$

$$x = \frac{2.48 \text{ hh} * 9 \text{ días}}{1 \text{ día}}$$

$$x = 22.32 \text{ HH}$$

- 3) Teniendo la cantidad/m2 de la programación tradicional, calculamos la cantidad/m2 para 6 días:

$$9 \text{ día} \rightarrow 22.32 \text{ HH}$$

$$6 \text{ días} \rightarrow x$$

$$x = \frac{22.32 * 6}{9}$$

$$x = 14.88 \text{ HH}$$

- 4) Para demostrar que cumple y genera un ahorro y/o ganancia, se resta la cantidad de Hora Hombre.

$$x = 22.32 - 14.88 \text{ hh}$$

$$x = 7.44 \text{ hh}$$

- 5) Entonces, multiplicando por el promedio de la sumatoria del precio de la mano de obra, obtenemos que:

$$15.95 + 13.7 + 11.48 + 10.27 = 51.4 \text{ soles}$$

$$51.4/4 = 12.85 \text{ soles}$$

$$12.85 \text{ soles} * 7.44 \text{ HH} = 95.60 \text{ soles /HH}$$

Como resultado tenemos que nuestra ganancia, ejecutando en 6 días (según la filosofía Lean Construction), es de **95.60 SOLES/HH**.

Entonces para demostrar el porcentaje de ahorro, tenemos que:

$$22.32 \text{ hh (E.T)} \rightarrow 100\%$$

$$14.88 \text{ hh (L.P.S.)} \rightarrow x$$

$$x = \frac{14.88 * 100}{22.32}$$

$$x = 67\%$$

$$x = 100\% - 67\%$$

$$x = 33\%$$

Por lo que el ahorro sería de un 33% respecto al costo de la M.O. de la programación tradicional.

i) ACERO EN PLACAS

Partida	01.06.03.03	PLACA: ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo afectado por el metrado (2,441.67)			9,209.32
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.3000	24.4167	15.95	389.45	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	81.3076	13.70	1,113.91	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	81.3076	11.48	933.41	
							2,436.77
Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		170.9169	2.97	507.62	
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		2,612.5869	2.37	6,191.83	
							6,699.45
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2,436.77	73.10	
							73.10

Figura 95. Análisis de Precios Unitarios

(Fuente: Expediente Técnico)

- 1) Se tiene que el costo de la partida, está afectado por el metrado, por lo que procederemos a dividir la cantidad de la mano de obra (cap, op., pe.) entre el metrado total de la partida.

$$\begin{aligned} 24.4167 / 2441.67 &= 0.010 \text{ HH} \\ 81.3076 / 2441.67 &= 0.033 \text{ HH} \\ 81.3076 / 2441.67 &= 0.033 \text{ HH} \end{aligned}$$

$$\Sigma = 0.077 \text{ HH}$$

- 2)

$$1 \text{ día} \rightarrow 0.077 \text{ hh}$$

$$9 \text{ días} \rightarrow x$$

$$x = \frac{0.077 \text{ hh} * 9 \text{ días}}{1 \text{ día}}$$

$$x = 0.69 \text{ HH}$$

- 3) Teniendo la cantidad/kg de la programación tradicional, calculamos la cantidad/kg para 6 días:

$$9 \text{ días} \rightarrow 0.69 \text{ hh}$$

$$6 \text{ días} \rightarrow x$$

$$x = \frac{0.69 * 6}{9}$$

$$x = 0.46 \text{ HH}$$

- 4) Para demostrar que cumple y genera un ahorro y/o ganancia, se resta la cantidad de Hora Hombre.

$$x = 0.69 \text{ hh} - 0.46 \text{ hh}$$

$$x = 0.23 \text{ hh}$$

- 5) Entonces, multiplicando por el promedio de la sumatoria del precio de la mano de obra, obtenemos que:

$$15.95 + 13.7 + 11.48 = 41.13 \text{ soles}$$

$$41.13/3 = 13.71 \text{ soles}$$

$$13.71 \text{ soles} * 0.23 \text{ HH} = 3.15 \text{ soles /HH}$$

Como resultado tenemos que nuestra ganancia, ejecutando en 6 días (según la filosofía Lean Construction), es de **3.15 SOLES/HH**.

Entonces para demostrar el porcentaje de ahorro, tenemos que:

$$0.69 \text{ hh (E.T)} \rightarrow 100\%$$

$$0.46 \text{ hh (L.P.S.)} \rightarrow x$$

$$x = \frac{0.46 * 100}{0.69}$$

$$x = 67\%$$

$$x = 100\% - 67\%$$

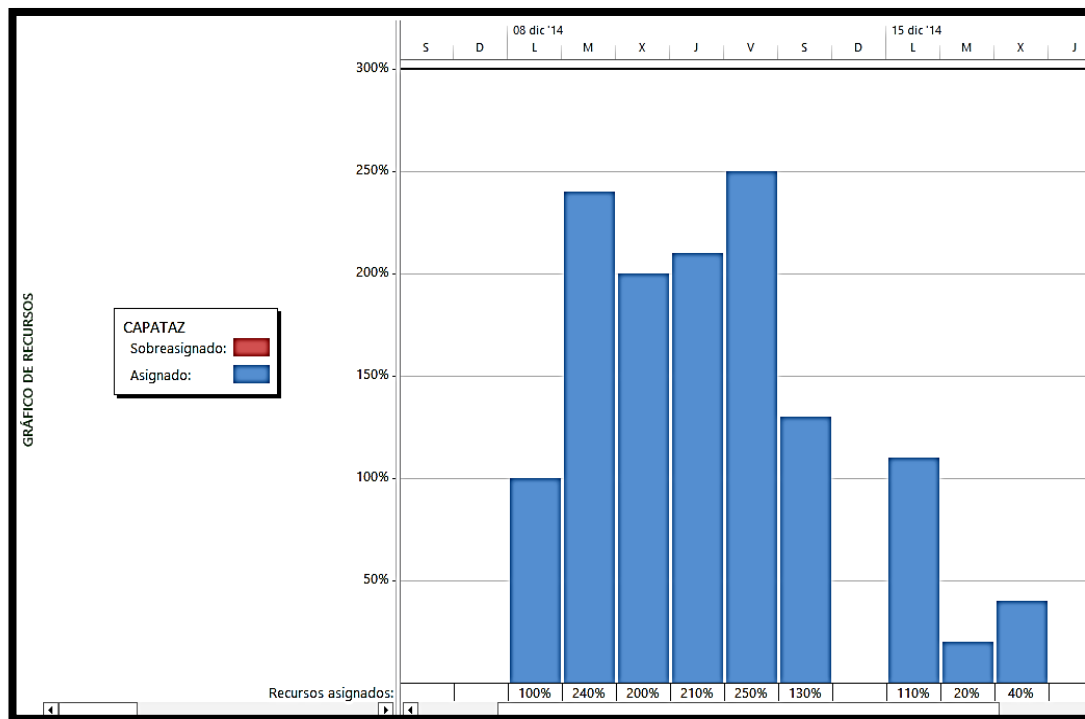
$$x = 33\%$$

Por lo que el ahorro sería de un 33% respecto al costo de la M.O. de la programación tradicional.

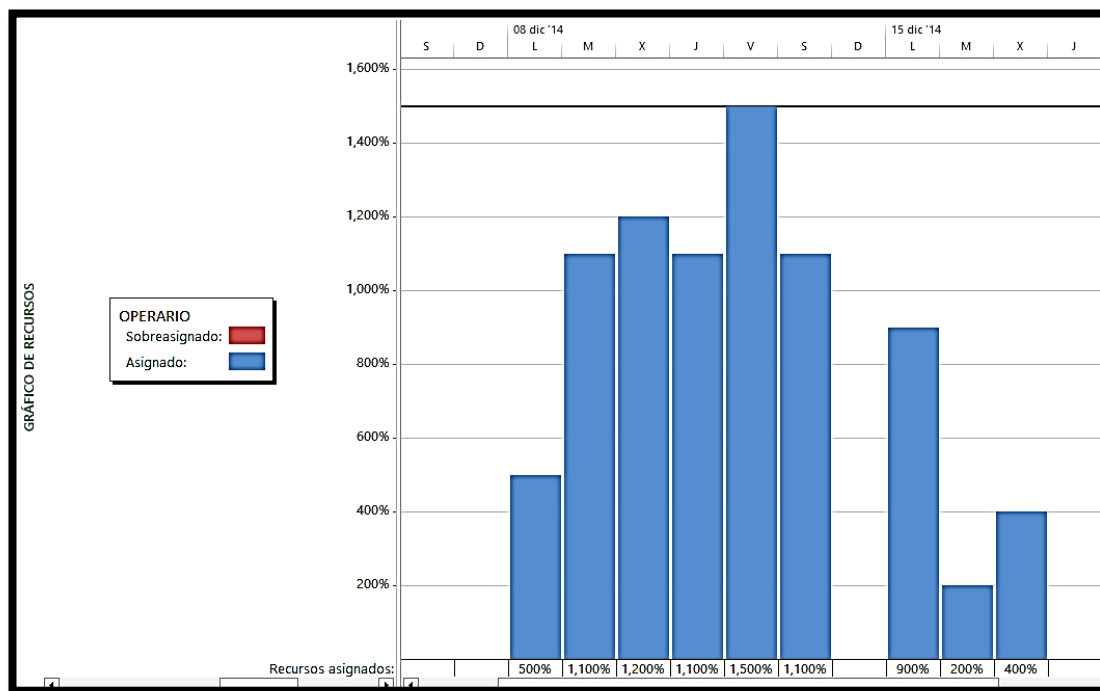
COMPARACIÓN CON HISTOGRAMA DE RECURSOS

MÉTODO TRADICIONAL

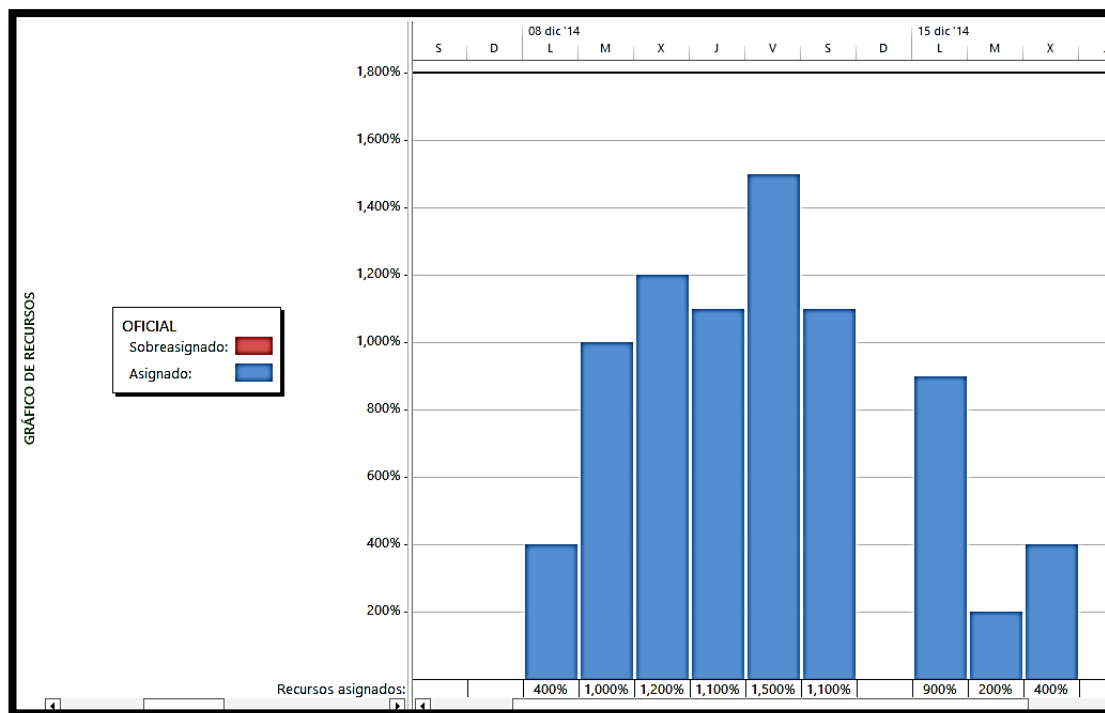
A) Capataz:



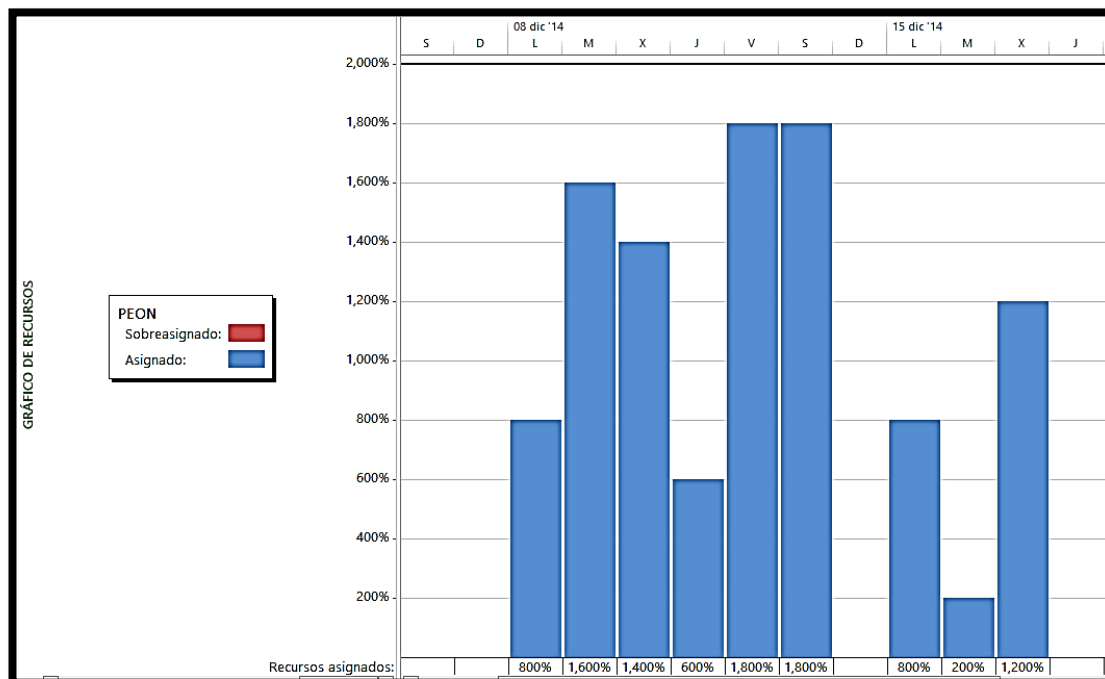
B) Operario:



C) Oficial:

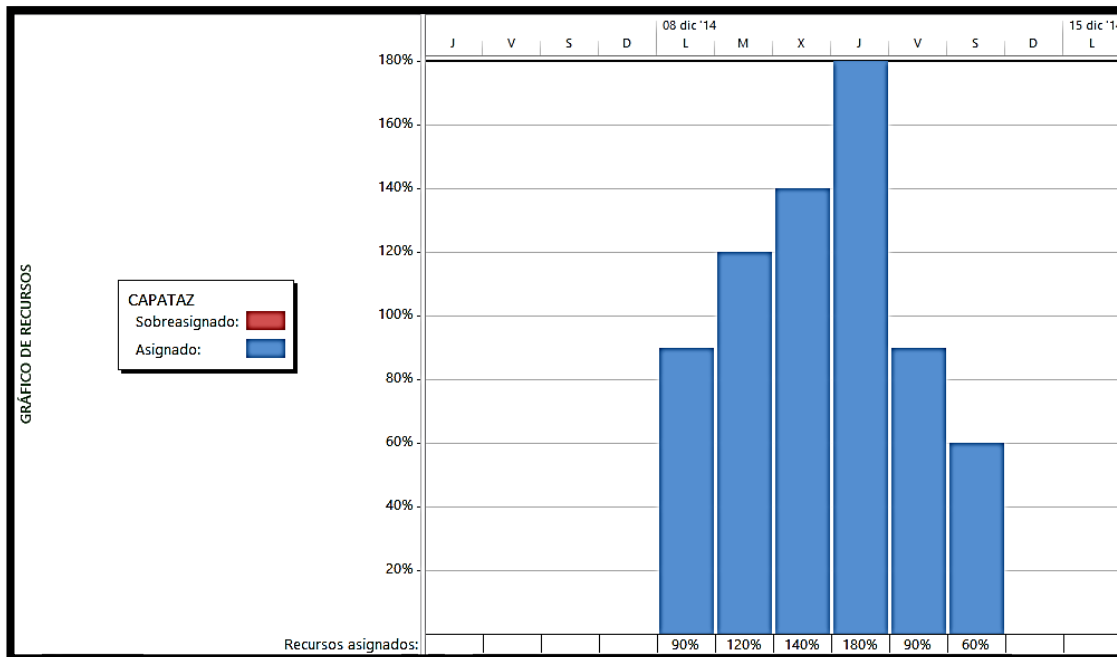


D) Peón:

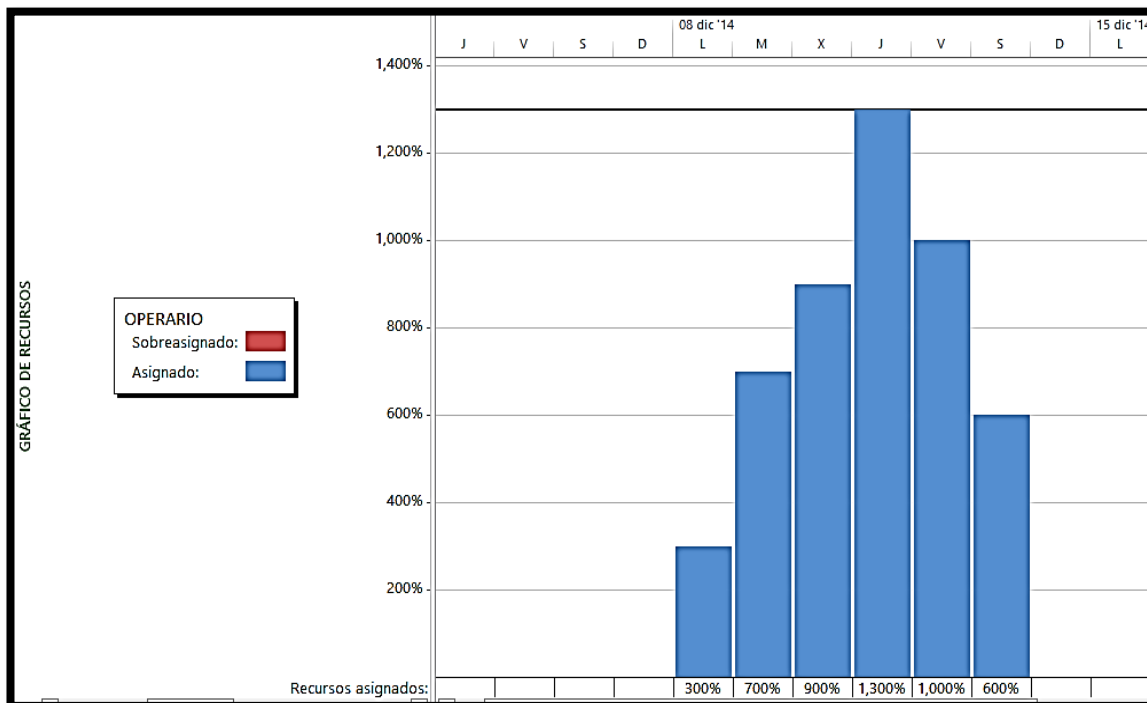


MÉTODO LAST PLANNER SYSTEM

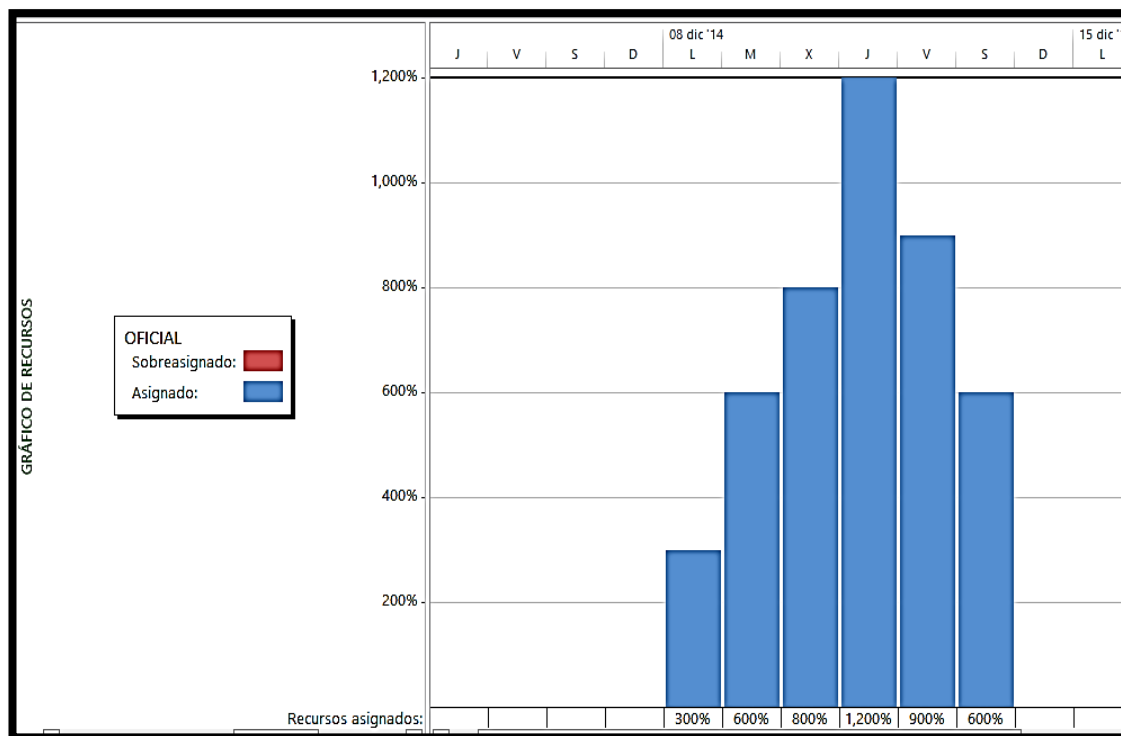
A) Capataz:



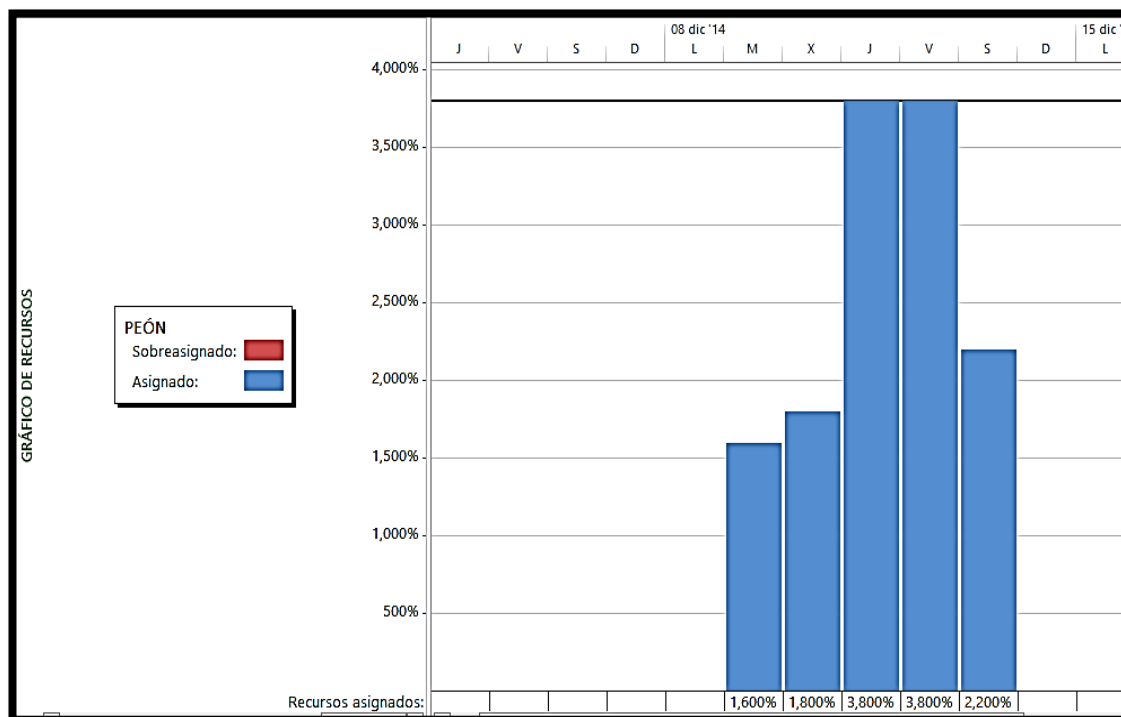
B) Operario:



C) Oficial:



D) Peón:



CONCLUSIONES

- Para poder mejorar la productividad en la ejecución de la obra de Centros Comerciales es necesario conocer los siguientes criterios de sectorización: balanceo de metrados, sectorización en función de rendimientos, disponibilidad de materiales y mano de obra calificada, para lograr un adecuado control en Mano de Obra, por tanto, mejora los rendimientos en cada partida con la optimización de cuadrillas; es así como se vio en el presente trabajo de investigación; se ha demostrado hacer uso de herramientas de Last Planner System enfocados a criterios de sectorización con un ahorro eficiente del 33%, en función de análisis de costos unitarios por cada partida.
- Según las encuestas aplicadas a los ingenieros residentes de obra se observó que el 82.69% no conoce la filosofía Lean Construction y el 90.38% afirma no conocer el método Last Planner System; lo que quiere decir que no presentan los objetivos claros porque existe desconocimiento de esta herramienta. Por lo tanto, se describen de manera precisa y clara las principales herramientas de Lean Construction enfocado a los criterios de sectorización tales como balanceo de metrados, sectorización en función de rendimientos, disponibilidad de materiales y mano de obra calificada, utilizadas para la mejora continua de los procesos y gestión de la productividad en las obras de construcción, para contar con una correcta aplicación del método Last Planner System en función de la sectorización y obtener la optimización en cuanto a tiempo y costo.
- De los residentes de obra 92.31% y 7.69% Ingenieros Civiles y arquitectos respectivamente; cuya modalidad de mayores labores desarrollados es por administración directa con 63.46%. No cuentan con una metodología específica para la programación de obras de infraestructura alineada a un modelo internacional con 65.38% de ejecutores de obra. El 84.62% afirmaron que hay falta de comunicación y coordinación de los interesados por lo tanto las obras tuvieron demoras. El 65.38% afirmaron que los metrados no guardaron relación entre en campo vs expediente técnico. Además, siempre hubo ampliaciones con 96.15%, y el 98.08% le gustaría contar con una metodología para ejecutar obras de infraestructura que contemple íntegramente programación del uso de LPS. Por tanto, se concluye que no tienen conocimiento del manejo del método Last Planner System.

- Según el modelo de programación tradicional del centro comercial la Unión se programó la ejecución de la Obra en 8 meses calendario del primer nivel, para este trabajo de investigación se aplicó el método Last Planner System en el bloque "C", teniendo este como duración 09 días inicialmente y aplicando este método se logró demostrar que la cantidad de días se redujo considerablemente a 6 días; con un ahorro del 33% con respecto a la ejecución según el método tradicional.

RECOMENDACIONES

- El compromiso Gerencial es la base importante de este cambio de ideas; las capacitaciones por empresas especialistas en el tema, así como la contratación de un Ingeniero Residente especialista en la filosofía Lean Construction darán soporte hacia el éxito de la ejecución.
- El 84,62% de los residentes, afirmaron que las obras tuvieron demoras, debido a la falta de comunicación y coordinación de los interesados. Por tanto, se recomienda realizar reuniones semanales aplicando uno de los principios de la filosofía Lean Constuction como aumentar el valor del producto / servicio a partir de las consideraciones de los clientes externos / internos.
- La búsqueda de proveedores que sean responsables con los pedidos, pues depende de la disposición de los materiales a tiempo, el avance diario de acuerdo a lo programado.
- Cuando se tenga materiales de construcción específicos tales como aisladores sísmicos, encofrado metálico, disipadores sísmicos, vidrio tipo curvex, entre otros, tenemos que estar supeditados a la disponibilidad y/o fabricación del insumo, esto hace que la programación se vea afectada y por ende ponga en riesgo el cumplimiento del cronograma.
- La contratación de un capataz y jefes de grupo en cada una de las especialidades que se crean convenientes, de preferencia tenga experiencia trabajando en empresas de envergadura. Estas personas debe ser las encargadas en verificar y controlar al personal de campo, sean operarios y/o peones de particularidad con rendimiento óptimo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angeli, C. (2017). IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER EN EDIFICACIÓN EN ALTURA EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel. Tesis para optar el Título de Ingeniero Constructor. Santiago – Chile. Universidad Andrés Bello.
- Alarcón Cárdenas, L. F., & PELLICER Cardenas, E. (2011). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas. *Revista de obras públicas*.
- Alarcón, L. F. (1997). Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción. En L. F. ALARCON, *La revista ingeniería de construcción* (p. 50). Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Ballard, G. (2000). *The Lean Project Delivery System: An Update*. Birmingham: Lean Construction Journal.
- Ballard, G. y Howell, G. (1998). Shielding production: Essential step in production control. *Journal of Management in Engineering*, (1), 11–17.
- Brioso, X. (2015). El análisis de la construcción sin pérdidas (LEAN CONSTRUCTION) y su relación con el Project & Construction Management: Propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la Edificación. Tesis para optar el Grado de doctor en Ingeniero Civil. Madrid – España. Universidad Politécnica de Madrid.
- Campero, M., & Alarcón, L. F. (2014). *Administración de proyectos civiles*. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Cerveró, F. (2015) *Lean construcción, Nueva Filosofía de gestión en la construcción española*. España. Edición Cathedral Hill Hospital render.
- Cornejo, K. y Gonzáles, F. (2017). Implementación de Last Planner System en actividades de concreto armado para proyectos de edificación Industrial. Tesis Para optar el grado académico de Maestro en Dirección de la Construcción. Lima – Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Costa, C. (2016). Estudio para determinar la Factibilidad de Introducción de la Filosofía “Lean Construction” En la etapa de Planificación y Diseño de Proyectos, en empresas Públicas y Privadas de Ciudades Intermedias, Casos: Cuenca y Loja. Tesis Para Optar el Grado de Magister en construcciones. Cuenca – Ecuador. Universidad de Cuenca – Ecuador.
- Díaz, D. (2007). Aplicación del sistema de planificación Last Planner a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Santiago – Chile. Universidad de Chile.

- Duncan, J., Williams, P., Johnson, R., & Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe: the organization of goal-directed behavior.
- Empresarial, I. d. (2002). Modelo de gestión para el desarrollo rentable en la comercialización con un cliente cuenta clave de una empresa del sector de la construcción. Guayaquil, Guayas, Ecuador
- Esterkin, J. (24 de enero de 2007). IAAP. Obtenido de <https://iaap.wordpress.com/2007/01/24/hitos-del-proyecto-milestones/>
- Ferreiro, R. (2006). estrategias didácticas de aprendizaje cooperativo. En R. FERREIRO, El constructivismo social: una nueva forma de enseñar y aprender. Trillas Eduforma.
- Forbes, L., & Ahmed, S. M. (2011). Project Delivery Methods. En L. FORBES, & S. M. AHMED, Modern construction: lean project delivery and integrated practices (p. 17). Estados Unidos: Taylor and Francis Group, LLC.
- Ghio, V. (2001). Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y respuesta (Segunda ed.). Lima: Editorial PUCP.
- González, B. (2018). Principios y herramientas para la administración del mejoramiento de la productividad en obras de edificación (LEAN CONSTRUCTION). Tesis para optar el Grado de: Maestro en Ingeniería. Distrito Federal – México. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- Guzmán, A. (2014). Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. Lima: Tesis de Pregrado PUCP.
- Hernández, R. (2006). Metodología de la Investigación, Editorial McGraw-Hill. Cuarta edición. México.
- Howell, G. (1999). What is Lean Construction. Proceeding 7th Annual Conference International Group Of Lean Construction, (1), 26-28
- Jones, W. (1996). Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar los desperdicios y crear valor en la empresa Free Press. En W. JONES, Lean Thinking (p. 74).
- Koskela, L. (agosto de 1992). Application of the new production philosophy to construction Obtenido de <http://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>
- Koskela, L., & Howell, G. (2002). THE THEORY OF PROJECT MANAGEMENT: Gramado, Brasil.
- Lean Construction Institute, I. (2018). Lean Construction Institute Perú. Obtenido de <https://lciperu.org/>

- Maldonado, E. (2017). Aplicación de la filosofía lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos en el proyecto de vivienda el nuevo rancho, surco, Lima. Tesis de Pregrado UPT.
- Matthews, J., Pellew, L., PHUA, F., & ROWLINSON, S. (2000). Quality relationships: partnering in the construction supply chain. En J. MATTHEWS, L. PELLEW, F. PHUA, & S. ROWLINSON, *International Journal of Quality & Reliability Management* (p. 493-510). Hong Kong.
- Medina Sánchez, E. (2008). Construcción de estructuras de hormigón armado edificación. Madrid España: Delta Publicaciones.
- Naranjo, C. (2013). Aplicación del sistema Lean Construction en la construcción en serie de viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Guayaquil – Ecuador. Universidad Católica De Santiago De Guayaquil.
- Ramírez, C. (2012). Optimización de procesos constructivos en el condominio Bolognesi - Puente piedra. Lima. Tesis de Pregrado. Universidad Ricardo Palma.
- Ramos, M. (2014). Mejoramiento de la planificación utilizando Lean Construction en el proyecto de remodelación clínica del parque. Lima. Tesis de Maestría. UPC.
- Rodríguez, C. (2012). Mejoramiento de la Productividad en la construcción de obras con Lean Construction, Trenchless, Cyclone, Ezstrobe, Bim. Lima: Culturabierta E.I.R.L.
- Varela, N. (2013). Aplicación del sistema Lean Construction en la construcción en serie de viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

ANEXOS